

La industria electrónica se ha convertido en México y en el mundo en una actividad paradigmática. Lo que se conoce hoy como "economía del conocimiento" depende en gran medida de la electrónica y su difusión. El desarrollo de la industria electrónica a nivel global sobre la base de redes de negocios a escala transnacional es una actuante realidad, alimentada por la incorporación de segmentos crecientes de procesos de producción en marcha en países alrededor del mundo a cadenas globales de valor. México no es una excepción, en tanto dicha industria ha sido una de las que más extensamente ha conectado su aparato productivo a esas cadenas y orientado su producción hacia los mercados internacionales, con importantes efectos en la producción, el empleo y las exportaciones.

Partiendo de lo anterior, el objeto de este libro es contribuir a los avances hacia una comprensión bien fundada de la dinámica, la problemática y las perspectivas de la industria electrónica en México desde una perspectiva tanto sectorial (intra e inter-empresa) como territorial y tecnológica. En consecuencia, el libro se divide en dos secciones. En la primera se analiza el contexto global de la industria electrónica, enfatizando el desarrollo de redes globales de producción y el dinamismo de la manufactura electrónica por contrato basada en la subcontratación. La segunda se concentra en las condiciones actuales y los retos de política económica que enfrenta la electrónica en México y en Jalisco dentro del contexto global configurado en la primera sección.

Varios de estos documentos fueron presentados, en versiones anteriores, en el *Seminario Internacional sobre la Industria Electrónica* llevado a cabo en Guadalajara, Jalisco del 9 al 11 de octubre de 2001.

La Industria Electrónica en México:
Problemática, Perspectivas y Propuestas
Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
Guillermo Woo Gómez
(Coordinadores)

La Industria Electrónica en México: Problemática, Perspectivas y Propuestas

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
Guillermo Woo Gómez
(Coordinadores)



Enrique Dussel Peters realizó sus estudios de Licenciatura y Maestría en la Facultad de Ciencias Políticas de la Universidad Libre de Berlín (1989) y de Doctorado en Economía en la Universidad de Notre Dame (1996). Desde 1993 es Profesor Tiempo Completo en la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Economía de la UNAM. Sus numerosas publicaciones incluyen: *Polarizing Mexico (2000). The Impact of Liberalization Strategy.* Lynne Rienner Publishers, Boulder/Londres.

Juan José Palacios Lara. Tiene Doctorado en Planificación Regional por la Universidad de Cornell (1986) y Maestría en Economía por la Universidad de Colorado en Boulder (1978). Es Investigador Nacional Nivel II por el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), del que es miembro desde 1987, así como Árbitro Externo de Proyectos de Investigación y de Postgrados de Excelencia del CONACYT. Es Profesor y tutor en el Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad de Guadalajara. Asimismo, es autor de tres libros y coordinador de otros dos, habiendo publicado además medio centenar de artículos y capítulos de libro. Actualmente es Rector del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara.

La industria Electrónica en México: Problemática, Perspectivas y Propuestas

La industria Electrónica en México: Problemática, Perspectivas y Propuestas

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
Guillermo Woo Gómez
(Coordinadores)

First edition, 2003

Centro Universitario de la Costa Sur
Av. Independencia Nacional 151
Autlán de Navarro, Jalisco 48900
México

ISBN 970-27-0029-9

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Índice

Presentación

La industria electrónica en México y en el mundo se ha convertido en una actividad paradigmática desde múltiples perspectivas. Su elevada participación en el empleo, el producto interno bruto (PIB), el comercio internacional y el desarrollo tecnológico de los países, entre otras magnitudes, la ha convertido en uno de los sectores más dinámicos. Lo que se conoce hoy como "economía del conocimiento" depende en gran medida de la electrónica y su difusión, tanto en los hogares como en actividades agrícolas, industriales y de servicios. El desarrollo de la industria electrónica a nivel global sobre la base de encadenamientos de negocios a escala transnacional es una actuante realidad alimentada por la incorporación de segmentos crecientes de procesos de producción en marcha en países alrededor del mundo a cadenas globales de valor. México no es una excepción, en tanto dicha industria ha sido una de las que más extensamente ha conectado su aparato productivo a esas cadenas y orientado su producción hacia los mercados internacionales, con importantes efectos en la producción, el empleo y las exportaciones.

Partiendo de lo anterior, el objeto de este libro es avanzar hacia una comprensión bien fundada de la dinámica, la problemática y las perspectivas de la industria electrónica en México desde una perspectiva tanto sectorial (intra e inter-empresa) como territorial y tecnológica. Algunas de las preguntas que guían los trabajos aquí reunidos incluyen ¿cuáles son las condiciones actuales de la industria en México vis a vis el contexto internacional?, ¿cuál es la distribución regional de las empresas que la integran?, ¿qué factores determinaron el nacimiento y de-

sarrollo de conglomerados como el de Guadalajara, Jalisco conocido como el Valle del Silicio Mexicano? ¿cuáles han sido algunos de los efectos socioeconómicos y territoriales de su desarrollo?, y, ¿cuáles son los retos de política económica a los que se enfrentan los gobiernos federal y estatales para integrar estas actividades a las economías locales y regionales en que se asientan considerando otras experiencias internacionales?

Con base en lo anterior, el libro se divide en dos secciones. En la primera se analiza el contexto global de la industria electrónica. Los trabajos de Dieter Ernst y Boy Luethje examinan el desarrollo de redes globales de producción y el dinamismo de la manufactura electrónica por contrato basada en la subcontratación, respectivamente, así como las especificidades de la producción global de la industria, incluyendo aspectos como la organización industrial, el desarrollo tecnológico y su potencial de difusión. Adicionalmente, el texto de Martin Kenney y James Curry examina los rápidos cambios que ha experimentado el sector a nivel de empresa, lo cual afecta a todos los segmentos de la cadena global de valor. Las contribuciones de Michael Best y Guillermo Labarca se concentran en dos temas específicos: la experiencia de Malasia con la industria electrónica, con énfasis en los instrumentos de política económica, y la multiplicidad de experiencias en América Latina de la educación con el aparato productivo.

La segunda sección del libro se concentra en las condiciones actuales y los retos de política económica que enfrenta la electrónica, en el comercio de Estados Unidos, en México y en Jalisco. Mientras que el trabajo de Dussel Peters analiza las condiciones productivas, comerciales y de organización de la industria en México, y en menor medida en Jalisco, el de Adrián de León destaca los patrones de especialización productivos y comerciales de la industria electrónica a nivel nacional y regional. La contribución Jorge Carrillo y Oscar Contreras se enfoca a las estrategias de las corporaciones transnacionales en la industria del televisor en México, así como a las redes de abastecimiento local. Los siguientes tres capítulos analizan, desde diversas perspectivas, las condiciones y retos de la electrónica en Jalisco. El que aporta Juan José Palacios examina la génesis y el desarrollo de esta industria en Jalisco, y elabora una caracterización del conglomerado que se asienta en la región metropolitana de Guadalajara, su capital, conocido como el Valle del Silicio Mexicano, señalando la medida en que se ajusta a las figuras de *cluster* y de distrito industrial. El texto de María Isabel Rivera profundiza sobre los vínculos entre la electrónica y la transferencia y asimilación tecnológicas, mientras que el documento de Raquel Partida y Pedro Moreno señala las características, beneficios y limitaciones de las redes de vinculación de las universidades con la industria electrónica en Jalisco.

En conjunto, los diferentes textos aportan elementos de relevancia y actualidad para el debate académico sobre temas como las políticas de escalamiento (*upgrading*) industrial que requiere la economía mexicana, así como los niveles de competitividad requeridos para participar en los mercados globales. Con base en experiencias internacionales, nacionales y regionales, en todos los casos se contribuye al conocimiento sobre esta temática y se formulan propuestas de política a escala micro, meso y macroeconómica.

Varios de estos documentos fueron presentados, en versiones anteriores, en el *Seminario Internacional sobre la Industria Electrónica* organizado por la Secretaría de Promoción Económica del Gobierno del Estado de Jalisco, Cadena Productiva de la Industria Electrónica, A. C., la Comisión Económica para América Latina y la Universidad Nacional Autónoma de México (Proyecto DGAPA/PAPIIT IN308101), y llevado a cabo en Guadalajara, Jalisco del 9 al 11 de octubre de 2001. Agradecemos en particular al Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara el apoyo financiero para la publicación de este libro.

Enrique Dussel Peters
Juan José Palacios Lara
Guillermo Woo Gómez

Redes globales de producción, difusión de conocimiento y formación de capacidades locales. Un marco conceptual[1]

Dieter Ernst

Introducción

Las redes globales de producción (*global production networks* o RPG) transforman la producción y el uso del conocimiento, con implicaciones de extenso alcance para una teoría evolucionista del cambio económico. Hay una tendencia fundamental hacia una creciente movilidad del conocimiento, a pesar de lo poco que sabemos acerca de los agentes e implicaciones. Veinte años después del libro pionero de Nelson y Winter (1982), es tiempo de desarrollar una agenda de investigación que trate estas transformaciones, basado en una combinación de teoría apreciativa (*appreciate theory)*, casos de estudio, trabajo econométrico y modelación formal.

Una gran restricción es la alta de comunicación entre la investigación sobre las RPG, la investigación sobre la difusión internacional del conocimiento y la investigación sobre la formación local de capacidad. Mientras que las tres son corrientes muy relevantes de investigación, su falta de interacción obstruye nuestro entendimiento de cómo las redes globales afectan la difusión del conocimiento y la formación local de capacidad. Hay una necesidad de llenar esta brecha a través de "teorías apreciativas", como la defini-

1. Documento traducido por Luis Daniel Torres González.

da en la conceptualmente provocativa revisión de la teoría del crecimiento económico de Richard Nelson (1995).[2]

Este documento desarrolla un marco conceptual que vincula las anteriores tres áreas de investigación, como un primer paso hacia una teoría apreciativa. Argumentamos que la globalización ha culminado en una importante innovación organizacional: la difusión de las RPG. Estas redes combinan una dispersión concentrada de la cadena de valor más allá de la empresa y fronteras nacional, con un proceso paralelo de integración de niveles jerárquicos de los participantes en las redes. Esto ha creado nuevas oportunidades para la difusión internacional del conocimiento que los proveedores de redes de nivel inferior (*lower-tier*) deben esforzarse por explotar. Para dar cuerpo a este argumento, procederemos.de la siguiente manera. La sección 1 esboza nuestra agenda de investigación, mientras que la sección 2 analiza las tres fuerzas dinámicas que conducen el rápido desarrollo de las RPG. La sección 3 destaca la estructura económica y las características peculiares del modelo líder (*flagship model*) de las RPG. La sección 4 explora las categorías de conocimiento y el mecanismo de transferencia del conocimiento de las compañías líderes hacia los proveedores de red local (*local network suppliers*). Y en la sección 5, discutiremos bajo qué circunstancias las RPG pueden actuar como mediadoras de formación local de capacidad. Concluimos con implicaciones políticas y administrativas para las líderes globales (*global flaships*) y los proveedores locales, y enunciamos nuestras prioridades para las investigaciones futuras.

2. En contraste con las teorías del crecimiento formales, las teorías apreciativas no intentan comprimir los hechos estilizados en formulaciones rigurosas. Más bien, se hace un intento para incluir más de la riqueza empírica observada en la tecnología de la información (TI) y en las transformaciones en la organización de los negocios que de las teorías formales. Esto, claro está, tiene aparejado el ser incapaces de modelar estas relaciones matemáticamente. De aquí la necesidad de las teorías formales. Pero para que las últimas sean fructíferas, necesitan estar basadas en teorías apreciativas y sobre los hallazgos de los casos de estudios y del análisis económico.

1. Agenda de investigación

Las empresas transnacionales (ETNs) han estado presentes por mucho tiempo (Wilkins, 1970). Hasta hace poco, su producción internacional se ha enfocado en la penetración de mercados protegidos mediante inversiones que dependen de saltos arancelarios y en el uso de activos desarrollados domésticamente para explotar los costos factoriales diferenciales internacionales, principalmente para el trabajo (Dunning, 1981). Esto ha dado lugar a un patrón peculiar de producción internacional: los sitios de producción fuera del país de origen en lugares de bajo costo están conectados a través de un comercio triangular con los principales mercados de América del Norte y Europa (Dicken, 1992).

Una liberalización y desregulación progresiva del comercio y de la inversión internacional y el rápido desarrollo y difusión de las tecnologías de información y comunicación (TI) han cambiado fundamentalmente la dinámica competitiva global, en donde operan las ETNs. Mientras que el acceso a mercado y las reducciones de costos siguen siendo importantes, quedó claro que tienen que ser reconciliados con un número de igualmente importantes requisitos: la explotación de la incertidumbre a través de la flexibilidad operacional mejorada (Kogut 1985; y Kogut y Kulatilaka 1994); una compresión de la velocidad al mercado a través de un desarrollo de producto y ciclo de vida de producto reducidos (Flaherty, 1986); el aprendizaje y la adquisición de capacidades exteriores especializadas (Antonelli, 1992; Kogut y Zander, 1993; Zander y Kogut, 1995; Zanfei, 2000; Dunning, 2000); y un cambio de estrategias de penetración de mercado de los establecidos hacia nuevos y desconocidos mercados (Christensen, 1997).

En respuesta a los crecientes requerimientos demandados de la competencia global, tres transformaciones interrelacionadas han ocurrido en la organización de las transacciones económicas internacionales. Primero, las redes de producción globales han proliferado como una importante innovación organizacional en las operaciones globales (Borrus, Ernst y Haggard, 2000). Segun-

do, estas redes han actuado como un catalizador para la difusión internacional del conocimiento, suministrando nuevas oportunidades para la formación local de capacidad en sitios de menor costo fuera del centro industrial de América del Norte, Europa Occidental y Japón. Tercero, un proceso de largo plazo de "convergencia digital" (Chandler y Cortada, 2000), permitiendo a la misma infraestructura dar cabida a la manipulación y trasmisión de voz, video y datos, ha creado nuevas oportunidades para el aprendizaje organizacional e intercambio de conocimiento más allá de las fronteras organizacionales y nacionales, por lo tanto magnificando las primeras dos transformaciones.

La combinación de estas tres transformaciones ha cambiado dramáticamente la geografía internacional de la producción y la innovación. Nos enfocaremos en las primeras dos de estas transformaciones.[3] La primera transformación señala una nueva vertiente en la organización industrial: una transición está en marcha de compañías multinacionales, con objetivos de inversión extranjera únicas, a las "líderes de red globales", que integran su oferta, conocimiento y bases de clientes dispersas en redes de producción global (y regional) (Ernst, 1997b y 2001a). Hay una creciente aceptación en la literatura de que, para capturar el impacto de la globalización en la organización industrial y la difusión del conocimiento, el enfoque de las investigaciones necesita moverse de la industria y la empresa individual hacia la dimensión internacional de las redes empresariales (*business networks*) (Ghoshal y Bartlett, 1990; Gereffi y Korzeniewicz, 1994; UNCTAD, 1993; Rugman y D´Cruz, 2000; Birkinshaw y Hagstrøm, 2000).

Pero nuestro entendimiento de estas redes es limitado. La investigación de las RPG esta en la etapa formativa y comparte tres debilidades comunes. Primero, la mayoría de los estudios se han enfocado muy estrechamente en la perspectiva del líder de red (*"sesgo líder"*) (Rugman y D'Cruz, 2000). Necesitamos investigación que explore también las implicaciones para los proveedores de redes, especialmente los proveedores de nivel inferior de

3. El impacto de la "convergencia digital" está tratado en Ernst 2001c y 2001d.

los países en desarrollo. Segundo, la investigación se ha enfocado principalmente en la dispersión geográfica de la producción tangible, pero nos dice poco sobre otros aspectos de las redes globales (*"sesgo de producción"*). Mientras las redes globales en los servicios financieros están relativamente bien cubiertos, necesitamos investigar la evolución de las redes globales de los servicios empresariales y financieros (como la investigación presentada en Aharoni y Nachum, 2000). Tercero, también hay un "sesgo de I&D": la investigación se ha enfocado estrechamente en la relocalización de la I&D y las alianzas estratégicas principalmente entre las regiones de los EE.UU., Europa Occidental y Japón (Birkinshaw y Hagstrøm, 2000; Rugman y D´Cruz, 2000). El impacto de las RPG en la difusión de otras formas de conocimiento, especialmente en servicios de soporte intensivos en conocimiento, han sido ampliamente ignoradas, y esto es verdad en particular para su difusión a lugares de menor costo.

Adoptaremos un acercamiento más amplio, analizando también la dispersión geográfica trasversal, los servicios de soporte intensivos en conocimiento que están intrínsecamente ligados con la producción, como la administración de recursos humanos, administración de cadenas de oferta globales y administración del conocimiento. Incluso si estas actividades no involucran I&D formal, ellas todavía darían lugar a una considerable difusión internacional del conocimiento y la compartimiento del conocimiento (Ernst, 2001b).

Igualmente importante es la segunda transformación: las RPG han sido señaladas como diseminadoras de importante conocimiento durante sus operaciones hacia los proveedores locales en sitios de bajo costo, los cuales pueden catalizar la formación local de capacidad. Sin embargo, la transferencia de conocimiento no es automática. Requiere un nivel significante de capacidad de absorción en la parte de proveedores locales y un proceso complejo para internalizar el conocimiento diseminado. Pero nuestro entendimiento de la transferencia y la formación local de capacidad es limitada. La transferencia

internacional del conocimiento ha sido estudiada extensivamente, pero la investigación se ha enfocado sobre todo en tales mecanismos formales, como la inversión extranjera directa (IED) y el otorgamiento de patentes (OP) (Reddy Zhao, 1990). Sin embargo, estos mecanismos formales son sólo la punta del *iceberg*. Una gran cantidad de conocimiento es transferida a través de varios mecanismos informales (Westphal, Kim y Dahlman, 1985; Kim, 1991; 1997; Ernst, Ganiatsos y Mytelka, 1998; Ernst, 2000a). La investigación sobre la transferencia informal de conocimiento es escasa. La importancia de las capacidades locales en la asimilación, adaptación y el mejoramiento de tecnología importada ha sido reconocida ampliamente, pero existen pocos estudios sobre el proceso complejo de la formación local de capacidad en los países en desarrollo.

2. Fuerzas conductoras de las redes de producción globales

¿Qué ha conducido el cambio en la organización industrial de las "corporaciones multinacionales" a las "líderes de red globales" que integran su oferta, conocimiento y bases de clientes dispersas en redes de producción?. Para responder esta pregunta, introducimos un modelo estilizado de conductores de la globalización, enfocándonos en tres variables explicatorias interrelacionadas: cambios institucionales a través de la liberalización, tecnologías de información y competencia.

2.1 Cambio Institucional: la liberalización

North (1996,12) define las instituciones como "las reglas del juego de una sociedad que estructuran la interacción humana". Están compuestas de reglas formales (ley estatutaria, ley común y regulaciones), restricciones informales (convenciones, normas de comportamiento y códigos de conducta autoimpuesta) y las características de aplicación de ambas. Las instituciones for-

jan la asignación de los recursos, las reglas de competencia y el comportamiento de las empresas.

Tomamos a la liberalización como un conveniente reflejo de cambios institucionales que afectan la globalización. La liberalización se inicia a principios de los setenta: ha proliferado en respuesta al colapso de los regímenes de tipo de cambio fijos y al fracaso de Keynesianismo para enfrentarse a la constante estagflación. En gran medida, ha sido iniciada por las políticas del gobierno. Pero también hay otros actores que han jugado un papel importante: instituciones financieras; agencias calificadoras; instituciones supranacionales como los tratados de inversión bilaterales y multilaterales y esquemas de integración regional, como la Unión Europea (UE) o el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). En algunos países con devolución descentralizada del poder político, los gobiernos regionales pueden también jugar un papel importante.

La liberalización incluye cuatro elementos principales: liberalización comercial, liberalización de los flujos de capital, liberalización de las políticas de IED y la privatización. Mientras que cada uno de estas ha generado debates separados en la literatura; ellas van de la mano. Los triunfos tempranos, en la liberalización comercial, ha desencadenado una expansión del comercio y de la IED, una demanda creciente por flujos de capital transfronterizos. Esto ha incrementado la presión para la liberalización de los mercados financieros, forzando a más y más países a abrir sus cuentas de capital. A su vez esto ha llevado a una liberalización de políticas de la IED y a concursos de privatización.

El efecto global de la liberalización ha sido una reducción considerable en el costo y riesgo de las transacciones internacionales y un incremento masivo en la liquidez internacional. Las corporaciones globales (las líderes de red) han sido las principales beneficiarias: la liberalización las provee de un gran rango de opciones para la entrada a mercados entre el comercio, patentes, subcontratación, franquicias, etc. (especialización local) entre otras; las provee de un mejor acceso a recursos y capacidades externas

que una líder necesita para complementar sus capacidades centrales (subcontratación); y ha reducido las restricciones para una dispersión geográfica de la cadena de valor (*movilidad espacial*).

También necesitamos enfatizar un resultado desconcertante: conforme la liberalización ha sido adoptada como una doctrina política casi universal, se ha perdido mucho de su poder inicial para influenciar decisiones locales. Conforme sus políticas de IED se vuelven indistinguibles, los países anfitriones son forzados a diferenciarse ellos mismos por otros medios y a implementar políticas mucho más agresivas. El resultado ha sido una rápida proliferación de políticas *complementarias* dirigidas a la *agilización del comercio* y el desarrollo de *activos creados*. Esto explica porque una duplicidad de efectos del cluster en sitios múltiples es ahora una opción realista.

2.2 El impacto dual de las tecnologías de información y comunicación

Un segundo importante conductor de la RPG ha sido el rápido desarrollo y difusión de las TI. Estas tecnologías han tenido un impacto dual: ellas incrementan la necesidad y crean nuevas oportunidades para la globalización. Este argumento esta sustentado en dos proposiciones. Primero, el *costo* y *riesgo* de desarrollar TI ha sido una causa principal para la globalización del *mercado*: los mercados internacionales son requeridos para amortizar completamente los enormes gastos en I&D asociados con el rápido proceso evolutivo y las tecnologías de productos de información (Kobrin, 1997, p.149). De igual importancia son los enormes gastos para las innovaciones organizacionales basadas en TI. (Brynjolfsson y Hitt, 2000; Ernst y O´Connor, 1992: capítulo 1). Conforme la magnitud del esfuerzo de I&D de la compañía este determinada por la naturaleza de su tecnología y competencia en vez de su tamaño, este rápido crecimiento de los gastos de I&D requiere una correspondiente expansión de las ventas, si se quiere mantener la rentabilidad. Ningún mercado

nacional, incluso el mercado de EE.UU., es lo suficientemente grande para amortizar tales enormes gastos.

Una segunda preposición explica por qué la producción internacional más que las exportaciones se han convertido en el principal vehículo para la expansión de la cuota de mercado internacional. De crítica importancia ha sido el papel facilitador jugado por las TI: ha incrementado substancialmente la movilidad, i.e. la *dispersión* de los recursos específicos de las empresas y la capacidad más allá de las fronteras nacionales; también provee un gran alcance para los encadenamientos transfronterizos, i.e. la *integración* de clusters especializados dispersos. Esto ha reducido sustancialmente la fricción del tiempo y espacio, ambos tanto en lo concerniente al mercado y a la producción: una empresa puede servir a distintos mercados igualmente bien como los productores locales; también pueden ahora dispersar su cadena de valor más allá de las fronteras nacionales a fin de seleccionar la ubicación más rentable.

En adición, las TI e innovaciones organizacionales a fines proveen mecanismos efectivos para la construcción de infraestructuras flexibles que puedan encadenar y coordinar transacciones económicas a sitios distantes (*Hagstrøm*, 2000; Antonelli, 1992). Esto tiene implicaciones importantes para las elecciones organizacionales y estrategias de ubicación de las empresas. En esencia, las TI promueven el desarrollo de sistemas de producción delgados, más egoístas y más ágiles que trasciendan los límites de la empresa y las fronteras nacionales. La visión fundamental es el de una red de empresas que permiten a la líder de red global responder rápidamente a las cambiantes circunstancias, incluso si mucho de su cadena de valor ha sido dispersa.

2.3 Competencia y organización industrial

Junto con la liberalización, las TI han cambiado drásticamente la dinámica de la competencia. De nuevo, reducimos la complejidad de estos cambios y nos concentramos sobre dos impactos:

un amplio alcance geográfico de la competencia y una creciente complejidad de los requerimientos competitivos. La competencia ahora trasciende las fronteras nacionales – la posición de una empresa en un país no es ya independiente de su posición en otros países (Porter, 1990). Esto tiene dos implicaciones. La empresa debe estar presente en todos los principales mercados en crecimiento (*dispersión*). También debe integrar sus actividades sobre una escala mundial, con el objeto de explotar y coordinar los encadenamientos entre estos lugares diferentes *(integración)*. La competencia también trasciende los límites de los sectores y segmentos de mercado: ataques mutuos de segmentos de mercados establecidos y feudos se han convertido en la norma, haciéndolo más difícil para las empresas identificar los nichos de mercado y crecer con ellos.

Esto ha forzado a las empresas a involucrarse en juegos estratégicos complejos para anular un movimiento de los competidores. Esto es especialmente el caso para las industrias intensivas en conocimiento como la electrónica (Ernst, 2001a). La intensa competencia de precios necesita ser combinada con diferenciación de producto, en una situación las continuas guerras de precios erosionan los márgenes de ganancias. Sin embargo, de gran importancia es la velocidad al mercado: teniendo el producto indicado para el mayor segmento de valor del mercado en el momento correcto pueden generar grandes ganancias. Estar retrazado puede ser un desastre y tal vez conducir a la empresa fuera del negocio. El resultado ha sido una creciente incertidumbre y volatilidad y una desestabilización de las posiciones líderes de los mercados establecidos (Richardson, 1996; Ernst, 1998).

Esta creciente complejidad de la competencia ha cambiado los determinantes de la organización y crecimiento de las empresas, como también los determinantes de la locación. Ninguna empresa, ni siquiera una líder dominante del mercado, puede generar todas las diferentes capacidades internamente que son necesarias para lidiar con los requerimientos de la competencia global. El éxito competitivo entonces depende críticamente de

una capacidad para buscar selectivamente capacidades especializadas *fuera* de la empresa que puedan ir del simple ensamblaje de contrato a capacidades de diseño muy sofisticados. Esto requiere un cambio de formas de organización individuales a crecientemente colectivas, de la jerarquía funcional multidivisional (forma-M) (Williamson, 1975 y 1985; Chandler, 1977) de las "corporaciones multinacionales" hacia el modelo líder global de redes (Ernst, 2001c).

Tómese la industria electrónica, la cual se ha vuelto el campo de proliferación más importante para este nuevo modelo de organización industrial. Durante las últimas décadas, un proceso masivo de especialización vertical ha segmentado una otrora industria verticalmente integrada en círculos horizontales profundamente integrados (Grove, 1996). Un catalizador importante fue la disponibilidad de componentes estándar, que permitió un cambio en el diseño de las computadoras fuera de las arquitecturas centralizadas (servidor IBM) hacia las descentralizadas (PC y redes relacionadas con las PC). Esto ha dado lugar a la coexistencia de complejas cadenas de valor especificas de producto globalmente organizadas (por ejemplo para microprocesadores, memorias, ensamblaje de tableros, PC's, sistemas operativos, *software* de aplicación y equipo de redes).

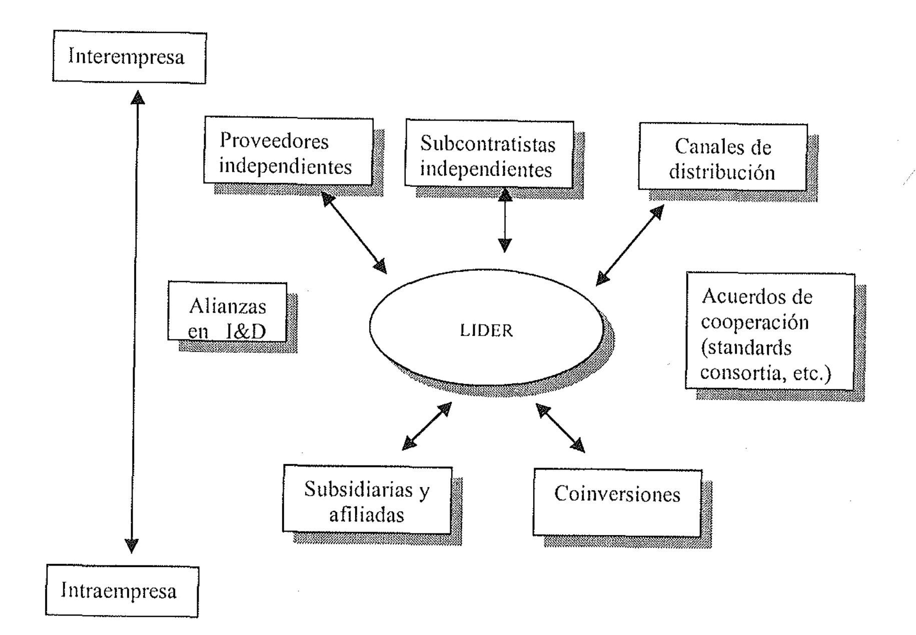
Cada una de estas cadenas de valor consiste en una variedad de RPG que compiten entre si, pero que también podrían cooperar (Ernst, 2001b). El número de tales redes, y la intensidad de la competencia, varía de un sector a otro, reflejando su diferente estadio de desarrollo y sus estructuras industriales idiosincrásicas. Hasta recientemente, estos cambios fundamentales en la organización de la producción internacional han sido en su mayor parte descuidados en la literatura, tanto en la investigación sobre la difusión (*spill-over*) de conocimiento a través de la IED, como en la investigación sobre la internacionalización de la I&D corporativa.

3. Redes de producción globales: estructura y características

3.1. El modelo líder de red

El concepto de una RPG cubre tanto las transacciones intra e inte-rempresa como las formas de coordinación (ver Esquema 1): vincula las propias subsidiarias de las líderes, afiliadas y coinversiones con sus subcontratistas, proveedores, proveedores de servicios, así como los compañeros en las alianzas estratégicas (Ernst 1997a, 1997b, 2001b). Estos arreglos pueden o pueden no involucrar la propiedad de accionistas. Una líder de red como IBM o Intel rompe la cadena de valor en una variedad de funciones discretas y las sitúa en dondequiera que puedan llevarse a cabo más eficazmente, donde mejoren el acceso de la empresa a recursos y capacidades y donde son necesitados para facilitar la penetración de mercados de crecimiento importantes.

ESQUEMA 1: Los nodos de una red de producción global



El principal propósito de estas redes es el de proveer a las líderes con acceso rápido y a bajo costo a recursos, capacidades y conocimiento que son complementarios a sus capacidades centrales. En otras palabras, los ahorros por costo de transacción importan. No obstante, los beneficios reales resultan de la diseminación, intercambio y la subcontratación de conocimiento y capacidades complementarias.

Un enfoque sobre la difusión internacional del conocimiento a través de una extensión de la organización de la empresa más allá de las fronteras nacionales distingue nuestro concepto de RPG de teorías de redes desarrolladas por los sociólogos, geógrafos economistas y teóricos de la innovación que se enfocan en la localización, principalmente en las redes interpersonales (Powell y Smith-Doerr, 1994: 368-402). El problema central de estas teorías es que las industrias operan ahora en un escenario global en lugar de uno local (Ernst, Guerrieri, et al, 2001). Sin embargo, existen complementariedades importantes al analizar los encadenamientos mercantiles globales (EMG) (Gereffi y Korzeniewicz, 1994). Una preocupación primordial de la literatura de las EMG ha sido el explorar como diferentes etapas de las cadenas de valor en una industria (por ejemplo, los textiles) están dispersas más allá de las fronteras y cómo la posición de un sitio particular en tales EMG afecta su desarrollo potencial.

En cuanto a la dinámica de la evolución de la red, nuestro enfoque difiere fundamentalmente del enfoque de costos de transacción para las redes y la desintegración vertical que se concentra en la presunta ganancia de eficiencia de estas elecciones organizacionales (Williamson, 1985 y 1998; Milgrom y Roberts, 1992). Este enfoque se salta algunos de los capítulos más provocativos en la historia económica de la corporación moderna. Las historias vibrantes de Chandler (1962) muestra que la búsqueda de ganancias y poder de mercado vía rendimientos crecientes y la velocidad en la coordinación fue más importante en la explicación de la jerarquía que el énfasis tradicional en los costos de transacción. Esto implica que el análisis de los determinantes de la forma insti-

tucional deba moverse lejos del enfoque estrecho de los costos de transacción hacia el amplio ambiente competitivo en donde las empresas operan. Es tiempo de traer de vuelta hacia el análisis la estructura de mercado y la dinámica competitiva; así como el papel jugado por el conocimiento y la innovación.

Nuestro concepto de las RPG similarmente apunta hacia estas dimensiones a menudo pasadas por alto de la elección organizacional. Como las jerarquías, las RPG no sólo prometen mejorar las eficiencia, pero pueden permitir a las líderes sostener posiciones cuasi-monopólicas, generar poder de mercado a través de la especialización y levantar barreras a la entrada (Ernst, 2001a); también pueden reforzar la capacidad de la líder de red para la innovación (Lazonick 2000). Estas consideraciones son de particular interés para la integración de los países en desarrollo hacia las RPG y su capacidad de fortalecer sus capacidades locales. Dos características distintivas de las RPG forman el alcance para la difusión internacional del conocimiento: una rápido y no obstante concentrada dispersión de actividades en la cadena de valor, simultáneamente, su integración hacia las redes jerárquicas.

3.2. Dispersión concentrada

Las RPG combinan típicamente una velocidad espectacular en la dispersión geográfica con concentración espacial: mucha de la reciente extensión transfronteriza de las manufacturas y los servicios se ha concentrado en un creciente, pero aun limitado, número de clusters de bajo costo especializados. Aparte de los conocidos sospechosos en Asia (Corea, Taiwán, China, Malasia, Tailandia y ahora también la India), éstas incluyen, en su momento, antiguos sitios periféricos en Europa (por ejemplo, Irlanda, Europa Central y Occidental y Rusia), Brasil, México y Argentina y algunas locaciones centroamericanas (como Costa Rica) y unos pocos sitios en algún otro lugar en el denominado resto del mundo.

La inclusión de estos *clusters* hacia las RPG crea nuevas oportunidades para la difusión del conocimiento hacia los proveedores locales, lo cual podría catalizar la formación local de capacidades. Los diferentes *clusters* enfrentan diferentes oportunidades y restricciones, dependiendo de la composición del producto de las RPG. El grado de dispersión difiere a lo ancho de la cadena de valor: se incrementa conforme uno se va acercando al final del producto mientras la dispersión permanece concentrada especialmente para los componentes de precisión críticos.

Veamos algunos indicadores en la industria electrónica, un sentador de precedentes de las RPG (Ernst, 2001b). En un extremo del espectro esta el ensamblaje final de PC que está ampliamente disperso hacia los principales mercados en crecimiento en los EE.UU., Europa y Asia. La dispersión esta todavía bastante extendida para los estándares de componentes tipo *commodity*, pero menos que para el ensamblaje final. Por ejemplo, las líderes consiguen proveedores de teclados, aparatos del ratón de computadora e interruptores de electricidad de muchas fuentes diferentes, tanto en Asia, México y la periferia europea, con las empresas taiwanesas jugando un papel importante como coordinadotes intermediarios de la cadena de oferta. Lo mismo es verdad para las tarjetas de circuitos impresos de bajo valor agregado. La concentración de la dispersión se incrementa mientras más nos movemos hacia los más complejos componentes de precisión intensivos en capital: los dispositivos de memorias y pantallas son originados principalmente de Japón, Corea, Taiwán y Singapur; y los discos duros desde un triángulo centrado en Singapur de lugares en el sudeste asiático. Finalmente, la dispersión se vuelve más concentrada para componentes intensivos en diseño de alta precisión que presenten los requerimientos más demandantes sobre la mezcla de capacidades que una empresa y sus clusters necesitan para dominar: los microprocesadores, por ejemplo, son originadas desde unas pocas afiliadas globalmente dispersas de Intel, dos proveedores americanos secundarios y uno recién entrante de Taiwán, Via Technologies.

La industria del disco duro (HDD por sus siglas en inglés) proporciona otro ejemplo tanto para la rápida dispersión como

también para la concentración espacial (Ernst, 1997b). Hasta principios de los ochenta, casi toda la producción de HDD estaba concentrada en los EE.UU., con instalaciones de producción adicionales limitadas en Japón y Europa. Hoy en día, sólo el 1% del ensamblaje final de *HDD's* se ha mantenido en los EE.UU., mientras que el sudeste asiático domina con casi 70% de la producción mundial, basado en unidades enviadas. Ligeramente menos de la mitad de los discos duros a nivel mundial provienen de Singapur, con la mayoría del resto de producción de la región estando concentrada en Malasia, Tailandia y las Filipinas.

Seagate, la actual líder de la industria, da un buen ejemplo del modelo líder de dispersión concentrada. Hoy en día, Seagate opera 22 plantas a nivel mundial: 14 de estas plantas, es decir, 64% del total, están localizadas en Asia. La cuota de Asia en la capacidad de producción a nivel mundial de Seagate, expresada en pies cuadrados, se ha incrementado de apenas 35% en 1990 a un poco más de 61% en 1995 –una increíble velocidad de expansión. La concentración dispersada es también reflejada en descomposición regional del empleo de Seagate. La participación de Seagate se incrementó de alrededor de 70% en 1990 a más de 85% en 1995.

En resúmen, la rápida dispersión trasfronteriza coexiste con la aglomeración. Las RPG extienden los *clusters* nacionales más allá de las fronteras nacionales. Esto implica dos cosas: Primero, algunas etapas de la cadena de valor están dispersadas internacionalmente, mientras que otras permanecen concentradas. Y segundo, las actividades dispersas internacionalmente típicamente congregan en un número limitado de *clusters* en el extranjero. Esto indica claramente que las economías de aglomeración continúan siendo de importancia, y por lo tanto la naturaleza sendero-dependiente de las trayectorias de desarrollo para los *clusters* industriales especializados.

3.3. Integración: niveles jerárquicos de los participantes en redes

Una RPG abarca tanto encadenamientos intra e interempresa e integra una diversidad de participantes de redes, los cuales difieren en su acceso a y en su posición en estas redes y así encaran oportunidades y desafíos muy distintos para las RPG. Esto implica que las RPG no necesariamente dan lugar a formas menos jerárquicas de organización empresarial (como el predicho, por ejemplo, en Bartlett and Ghoshal, 1989, y en Nohria y Eccles, 1992). Las RPG consisten típicamente de varios círculos jerárquicos que van de las lideres de red, que dominan tales redes, hasta una variedad de proveedores de redes especializados locales usualmente más pequeños. Esta taxonomía ayuda a evaluar las diferentes capacidades de estas empresas para beneficiarse de la difusión del conocimiento y para mejorar la formación local de capacidad.

3.3.1. Líderes de redes

Distinguimos dos tipos de lideres globales: i) "líderes de marcas" (LM), como Cisco, GE, IBM, Compaq o Dell; y ii) "fabricantes por contrato" (*contract manufacturers*, CM por sus siglas en inglés), como por ejemplo Solectron o Flextronics, que establecieron sus propias RPG para brindar servicios integrados de proveeduría a la cadena global a los "lideres de marca globales" Cisco es un ejemplo interesante de una "líder de marca": su RPG conecta a la líder a 32 plantas manufactureras a nivel mundial. Estos proveedores son formalmente independientes, pero pasan por un proceso largo de certificación para asegurar que ellos alcancen los altos requerimientos de Cisco. Subcontratando manufactura en volumen y servicios de soporte relacionados permiten a los "líderes de marcas" combinar reducción de costos, diferenciación de producto y tiempo a mercado. Igualmente importante son las consideraciones financieras: el librarse de la

manufactura de bajo margen ayuda a las LM a incrementar beneficios de los accionistas.[4]

Los CM han aumentado rápidamente en importancia desde mediados de los 90. Esto representa una aceleración de una tendencia duradera hacia la especialización vertical en la industria electrónica (Mowery y Macher, 2001). El ejemplo del líder de red tipo CM es Solectron que sólo pocos años atrás era una típica PYME, pero se ha transformado en la CM más grande de la industria electrónica. Con una tasa de crecimiento promedio de 43% durante los últimos cinco años, Solectron ha incrementado sus localización a nivel mundial de cerca de 10 en 1996 a casi 50 hoy en día (Luethje, 2001). La compañía se ahora se define a sí misma como un facilitadora de la cadena productiva global: las líderes de marca globales "...pueden volverse hacia Solectron a cualquier etapa de la cadena productiva, en cualquier parte del mundo y obtener la más alta calidad, las soluciones más flexibles para optimizar sus cadenas productivas existentes" (Solectron, 2000:1).

La líder está en el centro de una red: provee liderazgo estratégico y organizacional más allá de los recursos que, desde una perspectiva contable, cae directamente bajo su control administrativo (Rugman, 1997:182). La estrategia de la compañía líder entonces afecta directamente el crecimiento, la dirección estratégica y la posición de la red en los participantes de bajo valor agregado, como proveedores y subcontratistas especializados. El anterior, a su vez, "no tiene influencia recíproca sobre la estrategia de las líderes" (Rugman y D'Cruz, 2000, p. 84).[5] La líder deriva su fuerza de su control sobre los recursos y capacidades

4. Otros conductores importantes de la subcontratación incluyen la protección contra el daño a causa de la volatilidad de los mercados y la capacidad excesiva periódica; y economías de escala: las *surface-mount-technology (SMT)* requieren corridas de producción largas, reflejando su creciente capital e intensidad de conocimiento.

5. Con el modelo líder de Rugman, compartimos el énfasis sobre la naturaleza jerárquica de estas redes. Sin embargo, hay diferencias importantes. Rugman y D'Cruz (2000) se enfocan en redes localizadas dentro de una región; ellos también incluyen "infraestructura no empresarial" como "redes de socios". Nosotros no compartimos su supuesto de que una combinación de costos de transacción y una teoría basada en los recursos es suficiente para explicar tales formas de organizaciones de negocios.

cruciales que facilitan la innovación (Lazonick, 2000), y de su capacidad para coordinar las transacciones y el intercambio de conocimiento entre los diferentes nodos de la red. Ambas son la fuente de su capacidad superior para generar ganancias.

La creciente especialización vertical es el conductor fundamental de este modelo líder de organización industrial (Ernst, 2001[a]). Las líderes retienen "en casa" las actividades en donde ellos tienen una ventaja estratégica particular y subcontratan aquellas en donde no la tienen. Es importante enfatizar la diversidad de tales socios subcontratistas (Mowery y Macher, 2001; Ernst, 1997b). Algunas líderes se enfocan sobre el diseño, desarrollo de producto y en la mercadotecnia, subcontratando la manufactura en volumen y servicios de soporte relacionados. Otras líderes subcontratan también una variedad de servicios de soporte de alta capacidad, intensivos en conocimiento y de alto valor agregado. También pueden incluir la producción de prueba (prototipos), de herramientas y equipo, *benchmarking* de productividad, pruebas, adaptación de procesos, producción a pedido y la coordinación de la cadena productiva. También puede incluir el desarrollo de diseño y producto.

El resultado es que una porción creciente del valor agregado se dispersa por encima de las fronteras de la empresa así como más allá de las fronteras nacionales. Inclusive sí estas actividades no involucra I&D formal, ellas todavía podrían requerir una difusión sustancial del conocimiento. Tomemos la difusión de "acuerdos de producción *turnkey*" en la industria de las PC (Ernst, 2000): una líder (por ejemplo, Compaq) subcontrata todas las etapas de la cadena de proveeduría para una particular familia de PC, excepto el mercadeo: y un proveedor líder local (por ejemplo, Taiwán) es responsable del diseño y desarrollo de nuevos productos, así como para fabricar, transportar y ofrecer servicios post venta, entregadas a través su propia mini RPG.

3.3.2. Proveedores locales

Este ejemplo nos trae hacia el rol de los proveedores de red local y los factores que determinan su posición en la red. Los "acuerdos de producción *turnkey*" ilustran una tendencia de las líderes a extender la subcontratación para abarcar un paquete integrado de servicios de soporte de alto valor agregado para ser abastecido por un proveedor líder local. En resumen, distinguimos dos tipos de proveedores locales.[6] "Proveedores líderes" de nivel superior (*higher tier*) y proveedores de nivel inferior (*lower-tier*).

Proveedores de "nivel superior", como por ejemplo el grupo Acer de Taiwán (Ernst, 2000b) juegan un rol intermedio entre las líderes globales y proveedores locales. Ellos tratan directamente con las líderes globales (tanto los "líderes de marcas" como los "contract manufacturers"); poseen valiosos activos de propiedad (incluyendo tecnología) y han desarrollado su propia mini RPG (Chen & Chen, 2002). Con la excepción de I&D básica y mercadeo estratégico que permanece bajo el control de la líder de red, el proveedor líder debe de ser capaz de llevar en hombros todos los pasos en la cadena de valor. Como lo muestra nuestro ejemplo, incluso debe asumir las funciones de coordinación necesarias para la administración de la cadena de proveeduría global. Esto requiere que el proveedor líder desarrolle y e integre a su propia red densos encadenamientos entre *clusters* dispersos geográficamente pero concentrados y especializados localmente.

Los proveedores de "menor nivel" están en una posición más precaria. Sus principales ventajas competitivas son su bajo costo, velocidad y flexibilidad de entrega. Son usados típicamente como "rompedores de precios" y "colchones", y pueden ser expulsados sin previo aviso. Este segundo grupo de proveedores locales raramente trata directamente con el líder global; interactúan principalmente con el proveedor local de "mayor nivel". Los proveedores "menor nivel" carecen de activos de propiedad; su posición financiera es débil; y son altamente vulnerables a cambios bruscos en los mercados y la tecnología y a crisis financieras.

6. No consideramos cercanos proveedores de equipo y componentes estándares. En realidad existen muchos círculos de proveedores locales que se vinculan en negociaciones complejas y contínuas en constante evolución.

Esta distinción nos ayuda a explicar por qué algunos proveedores son más propensos que otros a la difusión del conocimiento y al desarrollo de capacidades. En la mayoría de los casos, los proveedores de "mayor nivel" pueden cosechar beneficios substanciales a través de la difusión del conocimiento, mientras que los de proveedores de "menor nivel" son poco probables de beneficiarse, a menos que se de lugar a instituciones y políticas de soporte efectivo.

4. Redes globales de producción y la difusión de conocimiento

Permítanos recapitular la racionalidad fundamental de las RPG: ayudan a las líderes a mantener su competitividad, proporcionándoles acceso a proveedores especializados en los sitios de menor costo que sobresalen en respuesta rápida y flexible a los requerimientos de las líderes. Las líderes pueden ejercer una presión considerable sobre los proveedores locales, especialmente en pequeños países en desarrollo: ellas pueden disciplinar a los proveedores amenazando con expulsarlos de las redes en cualquier momento que fallen en proveer los servicios requeridos a bajo precio y calidad de clase mundial.

Al mismo tiempo, las RPG también actúan como poderosas portadoras de conocimiento. Primero, las líderes necesitan transferir conocimiento técnico y administrativo a los proveedores locales. Esto es necesario para mejorar las habilidades técnicas y administrativas de los proveedores, y que puedan alcanzar las especificaciones técnicas de las líderes. Segundo, una vez que un proveedor de red mejoró satisfactoriamente sus capacidades, crea un incentivo a las líderes para transferir más conocimiento sofisticado, incluyendo desarrollo de ingeniería, productos y procesos. Esto refleja los crecientemente altos requerimientos competitivos a que nos hemos referido anteriormente. En la industria electróni-

ca, por ejemplo, los ciclos de vida de los productos han sido cortados a seis meses, y algunas veces menos (Ernst, 2001a). La producción extranjera entonces ocurre frecuentemente poco después del lanzamiento de los nuevos productos. Esto sólo es posible si los líderes comparten información de diseño clave más libremente con las afiliadas y proveedoras extranjeras. La velocidad al mercado requiere que los ingenieros en los diversos nodos de la RPG estén conectados en los debates sobre el diseño del líder (tanto en línea como cara a cara) en forma regular.

Claro, la transferencia de conocimiento no es una condición suficiente para la difusión del conocimiento efectiva. La difusión es completada sólo cuando el conocimiento transferido es interiorice y trasladado hacia la capacidad de los proveedores locales (Kim, 1997 y Ernst, Ganiatsos y Mytelka 1998). Mucho depende de los tipos de conocimiento involucrados y los mecanismos que las líderes usan para diseminar los diferentes tipos de conocimiento. La sección 4 esta dedicada a estos temas. Igualmente importante para la difusión del conocimiento efectiva, sin embargo, son las motivaciones, recursos y capacidades de los proveedores locales, un tema que trataremos en la sección 5.

4.1 Las categorías del conocimiento

El conocimiento puede ser clasificado en varias categorías dependiendo del propósito de su uso. Polanyi (1962) clasificó el conocimiento en conocimiento explícito y tácito. El conocimiento explícito se refiere al conocimiento que está codificado en lenguaje formal, sistemático (*conocimiento codificado*). Es el conocimiento que puede ser combinado, almacenado, rescatado y transmitido con relativa facilidad y a través de varios mecanismos. Con los costos descendientes del procesamiento de información y comunicación, debido a los microprocesadores, fibras ópticas y al internet, se espera que esto aumentará más adelante la movilidad del conocimiento explícito, haciéndolo accesible a nivel mundial en tiempo real a un costo mínimo (David y Foray, 1995), rediseñando los arreglos organizacionales establecidos, las prácticas de trabajo y los estilos de vida.

Pero el conocimiento explícito es útil sólo cuando el conocimiento tácito permite a los individuos y organizaciones que tenga sentido y pueda utilizarlo. El conocimiento tácito se refiere al conocimiento que está tan profundamente enraizado en el cuerpo y mente humana que es muy difícil de codificar y comunicar. Es el conocimiento que sólo puede ser expresado a través de la acción, compromiso e involucramiento en un contexto y ubicación específica. El conocimiento tácito esta basado en la experiencia: la gente la adquiere a través de la observación, imitación y la práctica. Su difusión requiere entrenamiento de tipo aprendiz e interacción cara a cara. Sin embrago, también puede ser transferida a través de movimientos de los portadores humanos de tales conocimientos, un hecho que mucha de la literatura sobre los distritos industriales usualmente descuidan.

Es difícil exagerar la importancia del conocimiento tácito. Nonaka (2001), por ejemplo, argumenta que representa tres cuartas partes total del conocimiento usado por las empresas. El conocimiento tácito es la llave para el crecimiento a largo plazo de la empresa: provee el terreno intelectual fértil para toda la administración del conocimiento (Gelwick, 1977) y para el funcionamiento efectivo de una economía (Nelson y Winter, 1982). Ante la creciente incertidumbre en la globalización, el conocimiento tácito se vuelve aun más importante (Ernst y Lundvall, 2000).

Muchos han intentado desempacar la caja negra del conocimiento tácito (Sparrow, 1998; Antonelli, 1998; Spender, 1996). Para nuestro propósito, la siguiente clasificación, primeramente acuñada por Collins (1993) y después extendida por Blackler (1995), parece ser muy útil. El conocimiento tácito puede convertirse en parte del cuerpo humano como habilidades (conocimiento *incorporado*) (*embodied knowledge*); parte del ser humano como capacidad cognocitiva (conocimiento *encerebra-*

do) (*embrained knowledge*); rutinizado en la práctica organizacional (conocimiento *empotrado*) (*embedded knowledge*); e inculcado en la organización de suposiciones, creencias y normas básicas (conocimiento *enculturado*) (*encultured knowledge*). Diferentes tipos de conocimiento tácito están asociados con diferentes aspectos de las actividades organizacionales y con grado diferente de dificultades en su transferencia.

4.2 Mecanismos de transferencia de conocimiento

Las líderes transfieren conocimiento más allá de las fronteras a través varios mecanismos. Primero, la transferencia puede ser mediada por el mercado, involucrando un contrato formal para términos y condiciones entre el proveedor del conocimiento y el vendedor de conocimiento con el pago involucrado. El conocimiento puede también ser transferido informalmente sin ningún pago involucrado. Segundo, la líder puede jugar un papel activo, ejercitando un control significativo sobre la manera en que el conocimiento es diseminado hacia el proveedor local y usado por él. Alternativamente, la líder puede jugar un papel pasivo, teniendo casi nada que ver con la manera en que los proveedores locales toman ventaja del conocimiento disponible que o es encarnado o desencarnado de los artículos físicos. Estas dos dimensiones –mediación de mercado y el papel de las líderes- ofrecen una útil matriz de dos por dos, como es mostrado en el Esquema 2, para identificar los diferentes mecanismos de la transferencia de conocimiento a través de las redes de producción global (Kim, 1991).

Primero, las líderes de redes usan ampliamente mecanismos formales tales como la inversión extranjera directa (IED), otorgamiento de patentes extranjeras (OPE), consultas técnicas, etc., en el cuadrante 1 para transferir conocimiento a los proveedores locales, si los anteriores son subsidiarias o socios de coinversiones. Por ejemplo, cuando tales líderes como Intel, Motorola, Texas Instruments y Fairchild deciden subcontratar operaciones de ensamblajes de sus aparatos semiconductores,

toman los mecanismos de IED, OPE y consultorías técnicas para establecer sus subsidiarias en las filipinas (Antonio, 2000) y otros países en el Sudeste Asiático. Ellos poseen la propiedad mayoritaria en las subsidiarias, patentes y transfieren un sistema de producción completo.

ESQUEMA 2: Mecanismos de transferencia de conocimiento

El rol del proveedor de conocimiento

Mediación de mercado	Activo	Pasivo
Mediado por el mercado	Mecanismos formales (IED, OPE, plantas *turnkey* y consultorias técnicas) (1)	Comercio de mercancías (transferencia de maquinaria estándar) (2)
No mediado por el mercado	Mecanismos informales (las líderes proveen asistencia técnica a los proveedores locales) (3)	Mecanismos informales (ingeniería inversa, observación, bibliografía) (4)

FUENTE: adaptado de Kim, 1997, página 101.

Segundo, los proveedores locales independientes confían fuertemente en la maquinaria estándar en el cuadrante 2 para mejorar su productividad en las operaciones de producción. La maquinaria es una fuente principal de innovación de procesos para sus usuarios (Abernathy y Townsend, 1975). Las líderes no son necesariamente las proveedoras de maquinaria, pero pueden jugar un papel indirecto importante, forzando a los proveedores locales independientes a comprar más equipo sofisticado para mejorar sus capacidades productivas. Por ejemplo, Mando, uno de los principales proveedores de autocomponentes de Corea,

compró una serie de robots para automatizar sus procesos productivos. Cada uno de los robots incorporan conocimiento de producción de punta. Sin embargo, los proveedores de los robots tienen poca influencia sobre la manera en que Mando los utiliza.

Tercero, una manera más directa para que las líderes transfieran conocimiento hacia los proveedores locales independientes son los mecanismos informales en el cuadrante 3, en su mayoría a través de los arreglos con fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés). Como en el cuadrante 1, las líderes transfieren activamente conocimiento bajo la forma de cianotipo, especificaciones técnicas y asistencia técnica, principalmente libre de cargos, a los proveedores locales independientes para asegurar que los productos y servicios producidos por estos últimos alcanzan las anteriores especificaciones técnicas. Por ejemplo, Boeing subcontrata algunas partes del fuselaje de proveedores locales independientes en Japón, Taiwán y Corea. Así, Boeing provee activamente a los proveedores locales literatura técnica, especificaciones de producto y asistencia técnica para ayudarlos a realizar sus especificaciones.

Cuarto, los proveedores locales independientes pueden también confiar en los mecanismos de transferencia de conocimiento en el cuadrante 4. Como en el cuadrante 2, las líderes ejercen poca influencia directa sobre la manera en que los proveedores locales independientes usan tales mecanismos como ingeniería inversa, observaciones y movilidad humana para agilizar el escalonamiento de sus capacidades. Por ejemplo, los proveedores de nivel inferior en Asia emprenden ingeniería inversa de productos extranjeros no tanto para producir productos imitados sino para adquirir conocimiento encarnado. Un grupo de proveedores de nivel inferior toman seguido un tour de observación de las empresas extranjeras como una manera de adquirir nuevo conocimiento. La *Small Industry Promotion Corporation* y asociaciones de PYMES relacionadas con la industria en Corea organiza seguido tales *tours* de observación. La movilidad humana en el cuadrante 4 incluye no sólo la repatriación de ingenieros de alto nivel instruidos en el extranjero, sino también el uso activo de ingenieros extranjeros experimentados, los cuales son contratados durante cortos períodos, tal como los llamados "multiempleados" (*moonlighters*).

¿A qué grado usan las líderes los mecanismos de transferencia de conocimiento? El cambio de ETNs hacia líderes de red globales ha expandido tanto los mecanismos como los volúmenes de transferencia de conocimiento. Las ETNs confían fuertemente en los mecanismos en el cuadrante 1 del Esquema 2 para preparar sus plantas o para la penetración de mercados protegidos o para las explotar costos factoriales diferenciales. En contraste, las líderes transfieren conocimiento no sólo a través de mecanismos en el cuadrante 1, sino también a través de mecanismos en el cuadrante 3. Las líderes también tienden a transferir más conocimiento a los proveedores locales que a las ETNs verticalmente integradas. Estas transferencias son necesarias para permitir a los proveedores locales brindar a la líder con productos y servicios competitivos, acordes con los requerimientos cambiantes de los mercados y la tecnología. La sección 5.2 explora cómo las líderes transfieren conocimiento explícito y tácito hacia los proveedores locales.

Retornemos hacia los prerrequisitos locales para la difusión del conocimiento efectivo: ¿cómo pueden los proveedores locales internalizar el conocimiento transferido y usarlo para fomentar sus propias capacidades?

5. Formación de capacidades locales

Los proveedores locales sólo pueden absorber efectivamente el conocimiento diseminado por las líderes de red globales si han desarrollado sus propias capacidades. La internalización del conocimiento y la construcción de capacidades requieren el aprendizaje individual y organizacional. Los individuos son los actores principales en el aprendizaje y la creación de conocimientos (Hedberg, 1981). Ellos constituyen capacidades locales que pueden ser combinadas a un nivel organizativo. Sin embar-

go, el aprendizaje organizacional no es la simple suma de aprendizaje individual. Sólo las organizaciones efectivas pueden traducir el aprendizaje y las capacidades individuales en aprendizaje y capacidades organizacionales.

5.1 Conceptos

Las empresas crean conocimiento principalmente a través del proceso dinámico de conversión entre conocimiento explícito y tácito (Nonaka, 1991). La conversión de tácito a tácito (llamada *socialización*) toma lugar cuando el conocimiento tácito de un individuo es compartido con otros a través del entrenamiento, mientras que la conversión de explícito a explícito (*combinación*) toma lugar cuando un individuo o un grupo combina piezas discretas de conocimiento explícito hacia un nuevo conjunto. La conversión de tácito a explícito (exteriorización) ocurre cuando un individuo o un grupo es capaz de articular los fundamentos del conocimiento tácito individual. Finalmente, la conversión de explícito a tácito (*internacionalización*) toma lugar cuando el conocimiento explícito nuevo es compartido a lo largo de la empresa y otros miembros siendo usado para ampliar, extender y reenmarcar su propio conocimiento tácito. Tal conversión tiende a convertirse más rápido en velocidad y amplio en escala en un proceso espiral, conforme más actores dentro y alrededor de la empresa se involucran en la conversión del conocimiento. Usando ejemplos japoneses, Nonaka y Takeuchi (1995) desarrollaron un modelo que describe la organización de la creación del conocimiento como una espiral ascendente que empieza de lo individual y asciende al nivel de organización.

Para que la conversión del conocimiento sea efectiva y conduzca hacia el aprendizaje productivo se requieren dos elementos importantes (ver Esquema 3): una existente base de conocimiento (en su mayoría conocimiento tácito) y la intensidad del esfuerzo. De los dos, la intensidad del esfuerzo o compromiso es más importante que la base de conocimiento, ya que el primero mencio-

nado crea al último, pero no viceversa (Ulrich, 1998). Cohen y Levintal (1990) llaman a esto "capacidad de abosrción". Cuán rápido y exitoso los proveedores locales internalizan y traducen el conocimiento transferido en su propia capacidad a través del aprendizaje será ampliamente determinado por su capacidad de absorción y su habilidad de mejorarla continuamente.

ESQUEMA 3: Capacidad absorbente de los proveedores locales

		Intensidad del esfuerzo: Alta	Intensidad del esfuerzo: Baja
Base de Conocimiento Existente	Alta	alta y rápidamente creciente (1)	alta pero descendente (2)
	Baja	baja pero creciente (3)	baja y rápidamente descendente (4)

FUENTE: adaptado de Kim, 1997, página 98.

Una amplia parte de la base de conocimiento existente es el conocimiento tácito. Hemos visto que este tipo de conocimiento moldea el aprendizaje individual y organizacional. El conocimiento tácito posibilita al individuo así como a la organización a usar tanto el conocimiento explícito como el tácito disponible dondequiera y a crear nuevo conocimiento a través de varias actividades de conversión de conocimiento en la producción y la I&D. El conocimiento tácito también influencia la naturaleza y la dirección del aprendizaje y es responsable de su sendero-dependencia. Por ejemplo, es la riqueza del conocimiento tácito acumulado, como parte de la base de conocimiento existente, que posibilita a los proveedores líderes en Corea, Singapur y Taiwán implementar más innova-

ciones tecnológicas y organizacionales sofisticadas que las empresas en otros países en el Sudeste Asiático.

La intensidad del esfuerzo, por otro lado, determina la velocidad de la conversión del conocimiento. Representa el monto de la energía emocional, intelectual y física que los miembros de una organización invierten en adquirir y convertir el conocimiento.

La exposición de los individuos y empresas a un conocimiento externo relevante es insuficiente, al menos que ellos hagan un esfuerzo conciente para internalizarlo y usarlo. Aprendiendo cómo resolver problemas complejos es usualmente llevado a cabo a través de prueba y error involucrando una serie de conversiones de conocimiento. Por lo tanto, tiempo y esfuerzo considerable debe ser dirigido hacia el aprendizaje (Kim, 1998). Por ejemplo, Samsung fue un competidor tardío en la electrónica pero ha evolucionado de OEM a fabricante de diseño original (ODM, por sus siglas en inglés) y a fabricante de marca original (OBM, por sus siglas en inglés) tanto en la electrónica de consumo e industrial. Está a la par con los competidores japoneses y americanos en áreas tales como chips de memoria para semiconductores, *flat panel displays* y ciertas tecnologías de telecomunicación. Estos logros son resultado de las fuertes inversiones en el desarrollo de la base de conocimiento domestica. Por ejemplo, los gastos en I&D de Samsung han ascendido de $8.5 millones en 1980 a $905 millones en 1994 y a $1.3 billones para 1999. Como resultado, sus patentes en Estados Unidos se incrementaron de 2 a 752 y a 1,549 durante el mismo período. Samsung se ubicó en 4to. lugar en 1999 sólo después de IBM, NEC y Cannon.

5.2. Las RPG como mediadoras de la formación de capacidad local

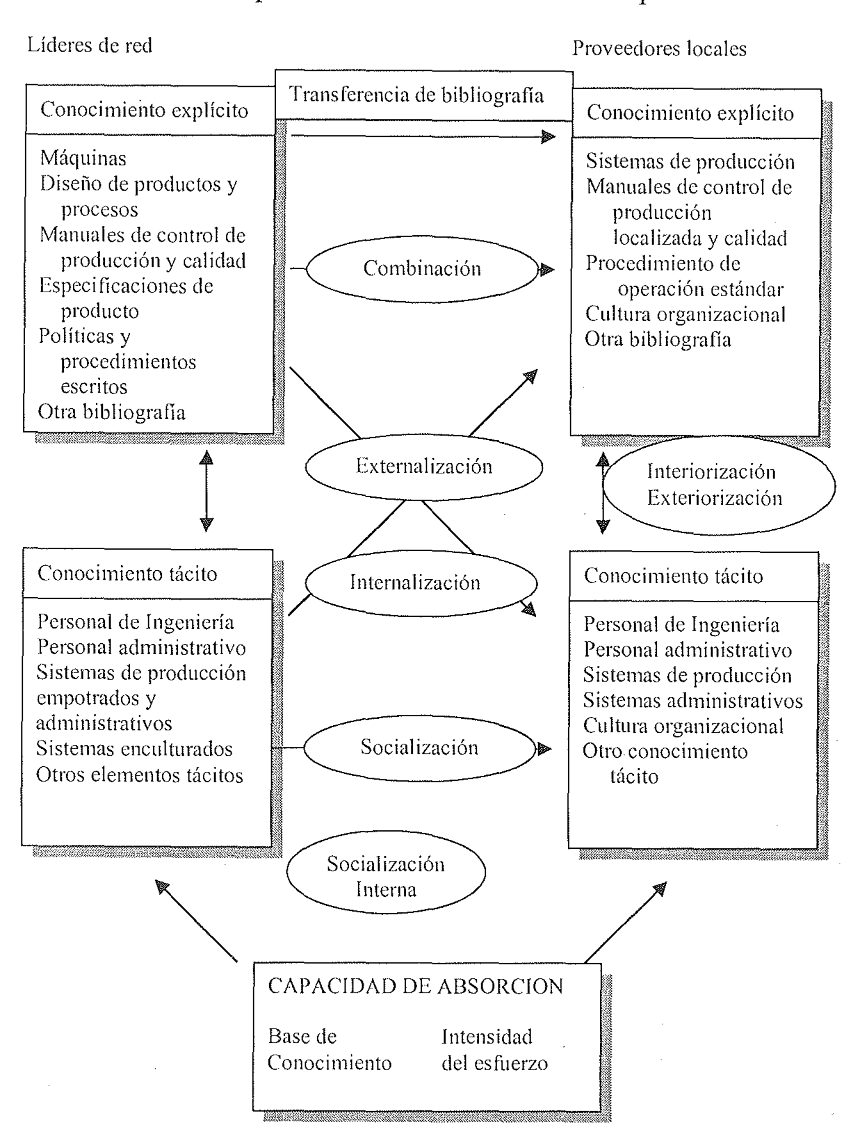
Examinemos ahora cómo las RPG afectan el desarrollo de capacidades vía los proveedores locales. Veamos primero el conocimiento explícito. Las líderes típicamente suministran a los

proveedores locales con conocimiento *codificado*, como maquinaria que incorpora conocimiento nuevo, cianotipos, manuales de control de producción y calidad, especificaciones de producto y servicio, y folletos de capacitación. Esto se hace para ayudar a los proveedores en la construcción de capacidades que son necesarias para producir productos y servicios con la calidad y precio esperado. El personal de los proveedores locales lee y trata de asimilar el conocimiento explícito transferido hacia en su conocimiento tácito (internalización en el Esquema 4). En la mayoría de los casos, la adquisición de sólo conocimiento explícito no es suficiente para que los proveedores locales lo asimilen y lo usen en la producción, ya que la traducción de conocimiento explícito en operaciones efectivas requiere un monto significativo de conocimiento tácito. Entonces, para aumentar el conocimiento explícito, las compañías líderes también invitan a los ingenieros y administradores de los proveedores locales a sus plantas para observar cómo funcionan los sistemas de producción y para recibir una capacitación sistemática.

Esto puede ayudar a traducir el conocimiento ganado de la literatura hacia las operaciones efectivas (internalización). También permite a los ingenieros locales internalizar cómo la organización y los sistemas de producción de las líderes están administradas (interiorización del conocimiento empotrado), y a absorber el conocimiento tácito directamente transferido de los ingenieros foráneos a través del entrenamiento (*socialización*). Sin embargo, una vez que regresan a casa, estos ingenieros enfrentan problemas imprevistos en sus intentos al traducir lo que ellos han aprendido de las líderes hacia los sistemas operacionales que existen en casa. Por esta razón, las líderes también envían a sus propios ingenieros (conocimiento encarnado y encerebrado) para ayudar a los ingenieros locales a solucionar problemas en sistemas de ingeniería y manufactura (*socialización*).

Tomemos el caso de subsidiarias o de coinversiones. Por ejemplo, cuando Sony estableció Hwashin Electronics Company en Corea como una inversión conjunta para subcontratar sus pro-

ESQUEMA 4: El proceso de la formación de capacidad local



ductos electrónicos de consumo, lo proveía no sólo de maquinaria y equipo para el sistema de producción en masa de su socio de inversión conjunta. Sony también proveía cianotipos de productos, especificaciones de producto y manuales de control de calidad y producción (conocimiento *codificado*). Además, las líderes invitaron a un número de ingenieros, técnicos y administradores coreanos para ser sometidos a capacitación en la planta de Sony en Japón en producción, organización y administración de recursos humanos, transfiriendo conocimiento empotrado y enculturado. Sony también envió a un número de ingenieros y técnicos a Corea para ayudar a los ingenieros coreanos a solucionar problemas hallados en la operación y mantenimiento de los sistemas de producción y controlar la calidad de los productos para asegurar que Hwashin alcance las especificaciones técnicas de los productos de Sony (conocimiento encarnado y encerebrado). Sony ha hecho estas actividades de transferencia de conocimiento formalmente como parte de su IED y OPE hacia Hwashin.

En el caso de los proveedores locales independientes, cuando General Electric decidió subcontratar sus hornos de microondas de Samsung bajo los arreglos OEM, envió a sus ingenieros a Samsung para explicar sus especificaciones técnicas (conocimiento *codificado*) y enseñó a los ingenieros de Samsung dominar los detalles de ingeniería del producto (conocimiento *embrained*), (Magaziner y Patinkin, 1989). GE ha hecho todas estas actividades de transferencias de conocimiento gratis para asegurar que los productos de Samsung alcancen las especificaciones técnicas de GE.

Segundo, los proveedores locales pueden intentar traducir tal conocimiento explícito como manuales de control de producción y calidad, manuales de administración de recursos humanos y otra literatura transferida de las líderes hacia sus propios manuales de control de producción y calidad y otros de administración de recursos humanos. Ellos podrían ser más compatibles con las instituciones locales y el comportamiento empresarial. Entonces una *combinación* toma lugar de un conjunto de conocimientos explícitos hacia un nuevo conjunto de conocimiento

explícito en los proveedores locales. En este proceso, la exteriorización del conocimiento también toma lugar del conocimiento tácito de los ingenieros y administradores locales hacia el conocimiento explícito en la forma de un nuevo conjunto de manuales y *handbooks*. Por ejemplo, cuando Volvo se encargó de la propiedad de la división de maquinaria pesada de Samsung después de la crisis de Asia para volverla su proveedora de Asia, Volvo introdujo sus propios sistemas administrativos, los cuales reflejaban tanto los requerimientos de Volvo y aquellos formados por las instituciones locales. Desarrollando un nuevo juego de manuales el terreno fue preparado para la *internalización, combinación y externalización.*

Tercero, la conexión con las RPG también inducen la conversión del conocimiento dentro de los proveedores locales. La llave es la difusión del conocimiento localizado e internalizado acumulado por un número limitado de ingenieros y administradores de los proveedores locales a través del entrenamiento otorgado por las líderes de redes. Este conocimiento necesita ser difundido dentro de los proveedores locales a través de un proceso espiral de *socialización*, conforme más actores, dentro y alrededor de las empresas, se involucren en las actividades de conversión del conocimiento. La *externalización* y la *internalización* toman lugar internamente, ya que los actores se apropian de/a conocimiento explícito a/de tácito dentro de sus propias empresas proveedoras locales, y gradualmente desarrollando conocimiento empotrado Por ejemplo, Samsung Electronics recientemente envió un grupo de especialistas de administración de recursos humanos (ARH) hacia GE para aprender el sistema de ARH de este último. A su regreso, estos especialistas han conducido una serie de seminarios para especialistas en ARH en el empresa para compartir el conocimiento, llevando al desarrollo de nuevas políticas y procedimientos de ARH y hacia la formación gradual de nuevo conocimiento empotrado.

Cuarto, la conversión del conocimiento no puede tomar lugar sin la activa intervención del conocimiento tácito. Esto es

verdad incluso para la conversión de conocimiento explícito a conocimiento tácito. Una vez más, esto acentúa cuán importante es para los proveedores locales desarrollar una rica base de conocimiento tácito. En otras palabras, la efectividad y la velocidad de la conversión del conocimiento será determinada no tanto por la cantidad y calidad del conocimiento transferido por las líderes sino por la capacidad de absorción de las proveedoras locales. Esto se mantiene independientemente de los mecanismos de transferencia de conocimientos. La fuerza de la base del conocimiento doméstica determina el nivel de sofisticación del conocimiento convertido, mientras que la intensidad del esfuerzo acelera la velocidad de los procesos de conversión. A su vez, los procesos espirales de la conversión del conocimiento determinan el nivel de base de conocimiento interno de la compañía. Los proveedores locales principales entonces invierten fuertemente en el reclutamiento de la elite de las universidades; ellos también desarrollan programas de entrenamiento intensivo para mejorar la base de conocimientos existente.

6. Conclusiones: implicaciones para la investigación y las políticas

La liberalización, la convergencia digital y la competencia global agudizada han producido una gran innovación organizacional: una transición de "compañías multinacionales", que explotan los diferenciales de costos de trabajo en diferentes países, a "líderes de red globales", que integran su oferta, conocimiento y bases de clientes dispersa en redes de producción global (o regional). El documento demuestra que estas redes han fomentado la difusión internacional del conocimiento, proveyendo nuevas oportunidades para la formación de capacidades por los proveedores locales en los países en desarrollo. Bajo la presión de las líderes, los proveedores locales tienen un fuerte incentivo para internalizar el conocimiento transferido a través de varias formas de conversión del conocimiento. Sin embargo, el fundamento es la capacidad de

absorción de los proveedores locales: determina la efectividad de la formación de capacidades.

Nuestro análisis tiene implicaciones importantes para las líderes globales y los proveedores locales. Primero, las líderes deben transferir activamente a los proveedores locales no sólo conocimiento codificado, sino también conocimiento encerebrado, empotrado y enculturado. Semejante transferencia de extensa base de conocimiento realza las capacidades de los proveedores locales; también fortalece la competitividad de las redes de producción global de las líderes.

Segundo, las líderes podrían preocuparse sobre un posible cambio de los proveedores locales hacia otras líderes, una vez que los proveedores han alcanzado un cierto nivel de capacidades. Las líderes pueden evitar esto por medio de una elevación de los costos de cambio de los proveedores locales. Esto puede llevarse a cabo mediante el apoyo a proveedores locales a desarrollar sistemas empotrados en redes específicas y una cultura organizacional a través de la activa transferencia de tal conocimiento.

Tercero, los proveedores locales necesitan tomar una estrategia activa para maximizar sus beneficios de su participación en la red. Las líderes hacen los pedidos comerciales y transfieren el valioso conocimiento a los proveedores locales con sólo un objetivo en la mente: para fortalecer la competitividad de su RPG. Para maximizar el beneficio de tales transferencias, los proveedores locales tienen que mejorar constantemente su capacidad absorbente. Su base de conocimientos existente es ampliamente determinada por el conocimiento encerebrado de la empresa. Los proveedores locales, entonces, deben extraer, desarrollar y retener recursos humanos con un alto grado de habilidad para desarrollar su base de conocimiento existente. Más importante es la intensidad del esfuerzo. Puede haber varios medios para intensificar el esfuerzo. Una posibilidad, ilustrado para algunas empresas coreanas, es el construir una crisis deliberada por medio del establecimiento de metas ambiciosas (Kim, 1997, 1998).

Cuarto, conforme las líderes transfieren conocimiento valioso hacia los proveedores locales de primer nivel, para fortalecer la competitividad de su RPG, los proveedores de nivel superior deben también ayudar proveedores de menor nivel a construir capacidades a través de la transferencia de conocimiento valioso con el objetivo de fortalecer sus propia competitividad. La competitividad de las RPG está determinada por la competitividad de cada uno de los nodos en las redes.

Hemos visto que las RPG transforman la producción y el uso del conocimiento, incrementando considerablemente la movilidad del conocimiento. Esto puede tener implicaciones de más alcance para una teoría evolucionista del cambio económico. Nosotros sugerimos cuatro prioridades principales para la investigación futura.

Una primera prioridad es moverse más allá del "sesgo del líder". Necesitamos investigar sobre las RPG, abordado desde la perspectiva de los proveedores locales que están localizados en pequeñas economías abiertas y en países en desarrollo. Algunas de las preguntas de investigación incluyen: ¿por qué los proveedores locales se unen a las RPG? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas para los proveedores locales en tomar parte en las RPG? ¿Cuáles son las diferencias en el aprendizaje y la construcción de capacidades entre los proveedores intra e inter empresa?

Una segunda prioridad de investigación es moverse más allá del actual "sesgo de producción". La convergencia digital ha creado nuevas oportunidades para el intercambio de servicios intensivos en conocimiento más allá de las fronteras organizacionales y nacionales. Necesitamos investigar sobre las redes globales evolucionistas de negocios y servicios de información, y especialmente en la transformación de estas redes a través del Internet.[7] Las posibles preguntas de investigación incluyen: ¿Cuáles son las características idiosincrásicas de las RPG orientadas al servicio? ¿Cómo las RPG de producción y las RPG de servicios difieren en términos de su

7. Estos temas son examinados en un proyecto de investigación internacional, coordinado por el East-West Center, sobre "¿Cómo transforma el internet las redes de líderes globales? Y, ¿qué implica esto para la difusión del conocimiento?"

movilidad, dinámica de ubicación y su capacidad para resaltar la transferencia de conocimiento? Y ¿cómo la transferencia de conocimiento toma lugar en las RPG de servicio?

Tercero, la investigación requiere moverse más allá del actual "sesgo de I&D" y en torno a la única preocupación sobre la localización de la I&D y patentes entre los países mayormente industrializados. Necesitamos establecer qué fuerzas explican que las líderes estén ahora comenzando a subcontratar ciertas actividades de I&D a un puñado de economías reciéntemente industrializadas e inclusive hacia algunos países en vías de desarrollo, y cómo esto afecta la transferencia internacional de conocimiento. Las posibles preguntas de investigación incluyen: ¿Qué racionalidad explica tal estrategia de subcontratación de I&D hacia algunas economías recientemente industrializadas? ¿Qué distingue estas configuraciones de las alianzas de I&D entre las principales líderes estadounidenses, japonesas y europeas? Y ¿qué tan exitosa es la configuración anterior?

Finalmente, seguimos sabiendo poco sobre cómo las RPG difieren por país de origen. Las RPG no son ya el lugar exclusivo de las líderes estadounidenses. La industria electrónica de Asia, por ejemplo, está conformada por un alto grado por socios de cooperación y competición entre las redes que se centran en las líderes americanas así como también sobre las líderes de Japón, Europa, Taiwán, Singapur y Corea (Borrus, Ernst y Haggard, 2000). Esto plantea preguntas como:[8] ¿Cómo estas redes difieren en términos de sus características básicas, como la accesibilidad, desempeño, flexibilidad para responder a cambios de mercado y de tecnología y autoridad? ¿Cómo ellos difieren en términos de su impacto en la transferencia de conocimiento internacional? ¿La nacionalidad de la propiedad importa? Y ¿es la diversidad ante todo un resultado de rasgos peculiares de instituciones nacionales, o existen otras fuerzas que repercuten?

8. Ernst y Revenhill (1999) exploran la diversidad de estas redes en Asia y los límites de la convergencia.

Bibliografía

Abernathy, William J. y Phillip L. Townsend (1975), "Technology, Productivity, and Process Change", *Technological Forecasting and Social Change,* 7.

Aharoni, Y. y L. Nachum (2000), eds., *Globalization of Services. Some Implications for Theory and Practice*, Routledge, Londres y Nueva York.

Antonelli, C, 1992, (ed.), *The Economics of Information Networks*, Elsevier North Holland, Amsterdam.

Antonelli, C., 1998, *The Microdynamics of Technological Change*, Routledge, Londres etc.

Antonio, Emilio T. (2000), "Country Sector Study: Philippines", documento presentado en la Progress Review Meeting of the International Competitiveness of Asian Economies: A Cross-Country Study, Banco de Desarrollo de Asia, Manila, Febrero 9-11, 2000.

Bartlett, C.A. y S. Ghoshal, 1989, *Managing Across Borders: The Transnational Solution*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.

Birkinshaw, J. y P. Hagstr?m (2000), eds., *The Flexible Firm. Capability Management in Network Organizations*, Oxford University Press, Oxford etc.

Blackler, Frank (1995), "Knowledge, Knowledge Work, and Organizations: An Overview and Interpretation", *Organization Studies*, 16, 6, 121-146.

Borrus, M., D. Ernst, y S. Haggard (2000), eds., *International Production Networks in Asia. Rivalry or Riches?*, Routledge, Londres etc.

Brynjolfson, E. y L.M. Hitt, 2000, "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformations and Business Performance", manuscrito, Sloan School of Management, MIT, Julio

Chandler, A.D. (1962), *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprice*, MIT Press, Cambridge, Mass.

Chandler, A.D. (1977), *The Visible Hand: The Managerial Revolution in America Business*, Hardvard University Press, Cambridge MA.

Chandler, A.D. y J.W. Cortada, 2000, "The Information Age: Continuities and Differences", capítulo 9 en: Chandler, A.D. y J.W. Cortada

(eds.), *A Nation Transformed by Information*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.

Chen, Tain-Jy y Chen Shin-Horng (2002), "Global Production Networks and Local Capabilities: New Opportunities and Challenges for Taiwan", *East West Center Working Paper: Economic Series # 15*, Febrero

Christensen, C.M. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Boston: Harvard Business School Press.

Cohen, Wesley M. y Daniel A. Lavinthal (1990), "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, 35, 1, 129-152.

Collins, H. (1993), "Structure of Knowledge", *Social Research*, 60, 95-116.

David, Paul y D. Foray (1995), "Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge-base, *STI Review*, OCDE, Paris.

Dicken, Peter (1992), *Global Shift: The Internationalization of Economic Activity*, Londres: Paul Chapman, 2ª edition.

Dunning, John (1981), *International Production and the Multinational Enterprise*, George Allen & Unwin, Londres.

Dunning, John (2000), ed., *Regions, Globalization and the Knowledge-Based Economy*, Oxford University Press.

Ernst, D., 1997a, "Partners in the China Circle? The Asian Production Networks of Japanese Electronics Firms", en: Barry Naughton (ed.), *The China Circle*, The Brookings Institution Press, Washington, D.C.

Ernst, D., 1997b, *From Partial to Systemic Globalization. International Production Networks in the Electronic Industry*, reporte preparado para el proyecto de la Fundación Sloan sobre la Globalización en la Industria de Almacenamiento de Datos, *The Data Storage Industry Globalization Project Report 97-02*, Graduate School of International Relations and Pacific Studies, University of California at San Diego (94 pages).

Ernst, D., 1998, "High-Tech Competition Puzzles. How Globalization Affects Firm Behavior and Market Structure in the Electronics Industry", *Revue d'Economie Industrielle*, No. 85.

Ernst, Dieter (2000a), "Inter-Organizational Knowledge Outsourcing: What Permits Small Taiwanese Firms to Compete in the Computer Industry? *Asia Pacific Journal of Management*, 17, 2, 223-255.

Ernst, D., (2000b), "Placing the Networks on the Internet: Challenges and Opportunities for Managing in Developing Asia", documento presentado en la Segunda Conferencia Académica de Administración de Asia, Diciembre 15-18, 2000, Shangri-La Hotel, Singapur próximamente en: *Asia Pacific Journal of Management* (John Wiley), número especial sobre "Managing in Asia: Challenges and Opportunities in the New Millenium".

Ernst, D., 2001a, "The Economics of Electronics Industry: Competitive Dynamics and Industrial Organization", en: *The International Encyclopedia of Business and Management* (IEBM), editores: Malcolm Warner y William Lazonick

Ernst, D., 2001b, "Global Production Networks and the Changing Geography of Innovation Systems. Implications for Developing Countries", número especial del *Journal of the Economics of Innovation and New Technologies*, en "Integrating Policy Perspectives in Research on Technology and Economic Growth", editado por Anthony Bartzokas y Morris Teubal.

Ernst, D., (2001c)., "Digital Information Systems and Global Flagship Networks – A New Divide in Industrial Organization", documento, la Conferencia Internacional Richard Nelson y Sidney Winter, Aalborg, Dinamarca, Junio 12-15, 2001, organizado por la Danish Research Unit on Industrial Organization on Industrial Dynamics (DRUID).

Ernst, D., (2001d), "Digital Information Systems and Global Production Networks – Developmental Implications", a aparecer en: Latham, R. y S. Sassen, eds., *Conflict and Cooperation in a Connected World*, Social Science Research Council (SSRC), Nueva York, próximamente.

Ernst, Dieter y D. O'Connor (1992), *Technology and Global Competition: The Challenge for Newly Industrializing Economies*, OCDE Development Center Studies, Paris.

Ersnt, Dieter, T, Ganiatsos y Lynn Mytelka (1998), *Technological Capabilities and Export Success: Lessons from East Asia*, Londres: Routledge.

Ernst, Dieter y John Ravenhill, (1999), "Globalization, Convergence, and the Transformation of International Production Networks in Electronics in East Asia, *Business and Politics*, Vol. I, no 1.

Ernst, D. y Bengt-Ake Lundvall, 2000, "Information Technology in the Learning Economy-Challenges for Developing Countries" en: Erich Reiner (editor), *Evolutionary Economics and Income Inequality*, Edward Elgar Press, Londres

Ernst, D.; P. Guerrieri; S. Iammarino, y C. Pietrobelli (2001), "New Challenges for Industrial Districts: Global Production Networks and Knowledge Diffusion", capítulo de cierre, en: Guerrieri, P., S. Iammarino, y C. Pietrobelli (eds.) *Small Enterprise Clusters in Globalized Industries – Italy and Taiwan*, Edward Elgar, Aldershot.

Flaherty, Theresa (1986), "Coordinating International Manufacturing and Technology", en Michel Porter (ed.), *Competition in Global Industries*, Boston: Harvard Business School Press.

Gelwick, R. (1977), *The Way of Discovery: An Introduction to the Thought of Michel Polanyi,* New York: Oxford University Press.

Gereffi, Gary y Miguel Korzeniewicz, eds. (1994), *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger, Westport, CT.

Ghoshal, S. y C.A. Bartlett (1990), "The Multinational Corporation as an Interorganizational Network", *Academy of Management Review*, Vol 15, No. 4, 603-625.

Grove, A.S., 1996, *Only the Paranoid Survive. How to Exploit the Crisis Points that Challenge Every Company and Career*, Harper Collins Business, Nueva York y Londres.

Hagstr?m P. (2000), "New Wine in Old Bottles: Information Technology Evolution in Firm Strategy and Structure", en: Birkinshaw, J. y P. Hagstr?m, eds., *The Flexible Firm. Capability Management in Network Organizations*, Oxford University Press, Oxford etc.

Hedberg, Bo (1981), "How organizations learn and unlearn", en P.C. Nystrom y W.H. Starbuck, *Handbook of Organizational Design, Vol. 1: Adapting Organizations to Their Environments*, Nueva York: Oxford University Press, 3-26

Kim, Linsu (1991), "Pros and Cons of International Technology Transfer: An Developing Country View" en Tamir Agmon y

Mary Ann von Glinow (eds.) *Technology Transfer in International Business*, Nueva York: Oxford University Press, 223-239.

Kim, Linsu (1997), *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Boston: Harvard Business School Press.

Kim, Linsu (1998), "Crisis Construction and Organizational Learning: Dynamics of Capability Building in Catching-up at Huyndai Motor", *Organizational Science*, 506-521.

Kogut, Bruce (1985), "Designing Global Strategies: Profiting from Operational Flexibility", *Sloan Management Review*, otoño.

Kogut, Bruce y N. Kulatilaka (1994), "Operating Flexibility, Global Manufacturing, and the Option Value of a Multinational Network", *Management Science*, 40, 1, Enero.

Kogut, Bruce y U. Zander (1993), "Knowledge of the Firm and the Evolutionary Theory of the Multinational Corporation", *Journal of International Business Studies*, cuarto cuatrimestre (*fourth quarter*).

Kobrin, S.J., 1997, "The Architecture of Globalization: State Sovereignty in a Networked Global Economy", en: J.H. Dunning (ed.), *Governments, Globalization and International Business*, Oxford University Press, Londres, etc

Lazonick, Boy (2001), "Electronics Contract Manufacturing: Transnational Production Networks, the Internet, and Knowledge Diffusion in Low-cost Locations in Asia and Eastern Europe", *East West Center Working Paper: Economic Series #17*, Abril.

Luethje, Boy (2001), "Electronics Contracts Manufacturing: Transnational Production Networks, the Internet, and Knowledge Difusión in Low-cost Locations in Asia and Eastern Europe", *East West Center Working Paper: Economic Series #17*, Abril.

Magaziner, Ian y Mark Patinkin (1989), "Fast Heat: How Korea Won the Microwave War", *Harvard Business Review*, Enero, 83-93.

Milgrom, P. y J. Roberts (1992), "The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization", *The American Economic Review*, Vol. 80, no. 3: 511-528.

Mowery, D.C. y J.T. Macher 2001, "E-Business and the Semiconductor Industry Value Chain: Implications for Vertical Specialization and

Integrated Semiconductor Manufacturers", *East Wets Center Working Paper: Economic Series #17*, Abril.

Nelson, Richard (1995), "The Agenda for Growth Theory: A Different Point of View", IIASA Documento de Trabajo

Nelson, R. y S.G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Bellknap Press, Cambridge, Mass.

Nohria, N y R.G. Eccles (1992), *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*, Harvard Business School Press, Boston, Mass.

Nonaka, Ikujiro (1991), "The Knowledge-Creating Company", *Harvard Business Review*, Noviembre-Diciembre, 96-104.

Nonaka, Ikujiro (2001), entrevista sobre "Knowledge management based on information technology is a mistake", (en Coreano), en *Maeil Kyungjae Shinmoon* (un diario económico publicado en Seúl), Julio 3.

Nonaka, Ikujiro y Hirotake Takeuchi (1995), *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Creates the Dynamics of Innovation*, Nueva York, Oxford University Press.

North, D.C. (1996), "Institutions, Organizations, and Market Competition", keynote address to the Sixth Conference of the International Joseph Schumpeter Society, Estocolmo, 2-5 de Junio.

Polanyi, M., (1962), *Personal Knowledge: Towards a Post.Critical Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press.

Porter, M., (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Macmillan, Londres

Powell, W. y L. Smith-Doerr (1994), "Networks and Economic Life", en: N. Smelser y R. Swedber, eds., *The Handbook of Economic Sociology*, Pinceton University Press, Priceton

Reddy Zhao, 1990. FALTA

Richardson, G.B., 1996, "Competition, Innovation and Increasing Returns", *DRUID Working Paper #96-0*, Department of Business Studies, Aalborg University, Julio.

Rugman, A. M. (1997), "Canada", Capitulo 6 en J,H, Dunning (ed.) *Governments, Globalization and International Business*, Londres, Oxford University Press.

Rugman, A. M. y J.R. D'Cruz 2000, *Multinationals as Flagship Firms. Regional Business Networks*, Oxford University Press, Oxford y Nueva York.

Solectron (2000), "What is a Global Supply-Chain Facilitator?" en *www.solectron.com,* 15 páginas.

Sparrow, John (1998), *Knowledge in Organizations: Access to Thinking al Work*, Londres, Sage Press.

Spender, J. C. (1996), "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm", *Strategic Management Journal*, 17, 45-62.

Teece, David (1986), "Profiting from Technological Innovation", *Research Policy*, 15, 6, 285-306.

Ullrich, Dave (1998), "Intellectual Capital = Competence x Commitment", *Sloan Management Review*, invierno, 15-26.

UNCTAD (1993), *World Investment Report, 1993: Transnational Corporations Integrated International Production*, Genova.

Westphal, Larry, Linsu Kim, y Carl Dahlman (1985), "Reflections on the Republic of Korea's Acquisitions of Technological Capability", en Nathan Rosenberg y Claudio Frischtak (eds.) *International Technology Transfer: Concepts, Measures, and Comparisons*, Nueva York, Praeger, 167-221.

Wilkins, M. (1970), *The Emergence of Multinational Enterprise*, Harvard University Press, Cambridge MA.

Williamson, O.E. (1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, Nueva York, The Free Press.

Williamson, O. E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism, Firm, Markets and Relational Contracts*, Nueva York, The Free Press.

Williamson, O. E. (1998), "Strategy Research: Governance and Competence perspectives", Haas School of Business, University of California, manuscrito, Junio

Zander U. y Bruce Kogut (1995), Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test", *Organizational Science*, 6, 1.

Zanfei, A. (2000) "Transnational firms and the changing organization of innovative activities", *Cambridge Journal of Economics*, 24, 512-542.

Manufactura electrónica por contrato: Producción global y la división internacional del trabajo en la era de la Internet

Boy Lüthje

Introducción

El papel de las tecnologías de la información para las redes de producción en países en desarrollo no puede ser evaluado sin un análisis de los cambios profundos en la estructura productiva del capitalismo global. En contraste con la percepción general de la "economía informacional" (Carnoy et al. 1993, Castells 1996) como basada en los servicios o en la ciencia, tiene que enfatizarse que en la "nueva economía" la manufactura continua importando (Cohen/Zysman 1987). En la industria electrónica, un nuevo modelo de manufactura subcontratada ha emergido como una pieza central de las redes de producción globalizadas: la manufactura por contrato (*contract manufacturing,* CM por sus siglas en inglés) o los servicios de manufactura electrónica (*electronics manufacturing services*, EMS por sus siglas en inglés). Esta forma de producción en masa basada en redes vinculadas estrechamente a la surgimiento del modelo "Wintelista"(Barrus / Zysman 1997) de competencia y al auge de compañías de diseño de productos de "cajas blancas" (*fabless*) en sectores claves de la industria de tecnologías de la información (TI).

Nuestro análisis de la manufactura electrónica por contrato explora tres grupos interrelacionado de preguntas:

- los patrones de especialización vertical y globalización en la industria de TI, como las relacionadas a las nuevas estructuras de la industria y la arquitectura cambiante de redes de TI;
- el cambio de corporaciones multinacionales tradicionales hacia líderes de red global (*global network flagships*) (Ernst 2001) que desarrollan redes transnacionales y regionales de producción con estratos jerárquicos de los participantes; y,
- el posible impacto de la manufactura por contrato sobre la difusión internacional del conocimiento y la formación de capacidades locales, como resultado de la relación compleja entre la centralización global y prácticas manufactureras nacionales, regionales y locales divergentes en la nueva industria.

Teóricamente, el análisis esta basado en el supuesto de que las nuevas tecnologías de la información o, para el caso, la internet *per se* no es el conductor para los cambios en la estructura de la industria. Tal determinismo tecnológico ha sido criticado eficazmente en debates recientes sobre desarrollo tecnológico e innovación (Dosi 1982, Boyer *et. al.* 1998). De acuerdo con estos autores, concebimos a la tecnología como desarrollándose y reproduciéndose en el contexto de instituciones sociales, tales como estrategias corporativas, regulaciones de mercado, intervenciones del gobierno y sistemas corporativos, regionales o nacionales de relaciones laborales (Esser et al. 1997, siguiendo a Noble, 1984 y Callon/Latour 1981).

Desde esta perspectiva, los cambios seminales en la infraestructura de datos y de telecomunicaciones asociados con el internet pueden ser entendidos como elemento importante de la prolongada crisis del modelo de Fordista de producción en masa (Aglietta 1979, Coriat 1979), prevaleciente desde mediados de los años setenta. La tendencia hacia las arquitecturas de redes y flujos de comunicaciones radicalmente descentralizados (Bar, 1990) reflejan la erosión de la forma histórica de producción en masa centrada en la corporación verticalmente integrada como

lo analiza Chandler (1962) y también de las estrategias neo-Fordistas de reconstrucción de las corporaciones integradas verticalmente bajo el alguna vez de moda modelo "Japonés" de producción esbelta (*lean production*). La inestabilidad y las rupturas y los cambios recurrentes en el desarrollo de nuevas tecnologías de la información, así como también de las recesiones destructivas en los sectores clave de la "nueva economía", indican la inestabilidad de los regímenes post-Fordistas de acumulación y regulación (Lüthje 2001).

Esta discusión puede vincularse con discusiones recientes sobre la cambiante estructura espacial de la manufactura y el aprendizaje tecnológico. Storper y Walker (1989) han mostrado que el agrupamiento espacial es un elemento estructural de la división social del trabajo en las economías capitalistas, reflejando de las formaciones históricas del desarrollo capitalista. "El aprendizaje tecnológico colectivo" (Saxenian 1994: 9) es una función central de la aglomeración industrial. Sin embargo, poca importancia se ha dado al hecho de que pueden surgir *diferentes trayectorias de aprendizaje tecnológico* dependiendo de la posición de los distritos o regiones particulares dentro de la división internacional del trabajo en las redes de la producción de las respectivas industrias. Más aún, como se discutirá en este documento, *la especialización vertical puede reforzar estas diferencias,* conforme nuevos modelos de producción "fabless" apoyan el desacoplamiento de la innovación de productos provenientes de la manufactura.

El siguiente análisis de la manufactura electrónica por contrato como un nuevo tipo pos-Fordista de producción en masa es desarrollado antes de este antecedente conceptual. Nuestra discusión esta basada en investigación empírica reciente, comparando el desarrollo de la industria de manufactura a contrato en el sur y occidente de Estados Unidos, en Alemania oriental y occidental (Lüthje/Schumm/Sproll 2002). Desde este punto de vista, analizamos el impacto de la industria de CM en la división internacional del trabajo y en la formación de conocimiento en países de industrialización reciente, un problema examinado

más cercanamente en un proyecto de investigación en marcha en el *Institut für Sozialforschung* sobre redes de CM en Europa del Este y el Sudeste de Asia.

En este documento, *primero* resumiremos el concepto y la estructura de la manufactura a contrato de IT. *Segundo*, queremos discutir la importancia de la manufactura a contrato para las redes de la producción de la industria de IT –con especial énfasis a la relación entre las compañías líderes y sus socios de manufactura. En un *tercer* paso esbozaremos el impacto de la manufactura a contrato en la organización del trabajo y discutiremos el problema de las condiciones, prácticas y culturas divergentes de la manufactura en sistemas transnacionales de producción. Desde esta perspectiva, *cuarto*, miraremos a la emergente división internacional del trabajo en la manufactura a contrato y el papel de los sitios de producción de bajo costo en ese escenario. Nuestra discusión de las compañías de CM como "constructoras de redes" transnacionales nos llevará finalmente a algunas observaciones sobre el papel del Internet para las redes de producción de CM en los países en desarrollo.

1. Manufactura por contrato en la industria de TI Wintelista

La manufactura por contrato es uno de los segmentos en crecimiento mas rápidos en la industria de IT. Las tasas de crecimiento están actualmente promediando 20-25% por año. De acuerdo a los asesores de pronóstico de tecnología de la industria, el volumen global del mercado en el año 2000 fue un $88 mil millones de dólares. Los actores principales de la industria, la mayoría de ellos antiguas pequeñas compañías de subensamble, difícilmente han sido conocidas hace una década. Hoy, la empresa más grande tiene ingresos anuales de $20 mil millones de dólares. La concentración del mercado se está desarrollando rápidamente con cinco compañías de origen norteamericano (Solectron, Flextronics, SCI, Celestica y Jabil Circuits) emergiendo como los actores dominantes. El nombre de estas empresas son

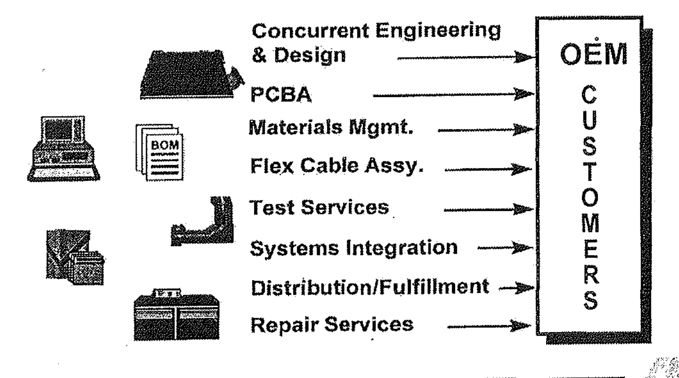
desconocidos incluso para muchos *insiders*. Los proveedores de CM no fijan su marca dentro de ningún producto. El *New York Times*, por lo tanto, llamaron a la industria de EMS un sistema de "*stealth manufacturing*" (para una historia detallada de la industria vea Sturgeon 1999).

Una definición exacta del término de manufactura a contrato no es fácil. Los consultores ya mencionados caracterizan un fabricante del contrato como:

> "una compañía independiente que ensambla equipo electrónico, a nombre de un cliente del OEM, en el cual el diseño y la marca pertenece al OEM ... Aunque la fabricación y ensamblaje mecánico puede constituir parte de los servicios proporcionados por la CM, la base del servicio es el ensamblaje electrónico. También excluimos de esta definición subsistemas o componentes manufactureros, tales como suministros de electricidad, placa madre, ensamblaje de cables y arneses, y componentes pasivos y activos". (Citado con el permiso de los materiales de la base de datos).

GRÁFICO 1.
Servicios de Manufactura Integrados de Solectron





La manufactura por contrato integra una amplia gama de funciones productivas alrededor del ensamblaje de tarjetas de circuito y hardware, así como también ingeniería del producto al nivel de la tarjeta y los sistemas, diseño del componente, ingeniería de procesos, adquisición de las piezas, cumplimiento del producto, logística y distribución, y los servicios después de la venta, como los servicios de la reparación o a veces de instalación (véase la gráfica 1). Desde el punto de vista del proceso de trabajo, estas funciones pueden ser agrupadas a lo largo del diseño y ensamblaje de tarjetas de circuitos impresos y de los componentes relacionados, del ensamblaje final de sistemas y el trabajo de logística e inventario relacionado (Lüthje/Schumm/Sproll 2002). Los fabricantes por contrato están sirviendo una variedad creciente de mercados de productos que se extienden de las Computadoras Personales (PC) y los servidores (el enfoque inicial), los *routers* de internet, a equipo de comunicaciones (especialmente teléfonos móviles), de productos de consumo como juegos de computadora o televisores, electrónica industrial y de automóviles, así como electrónica espacial y aeronáutica.

La variedad de servicios y productos de manufactura distingue a los fabricantes por contrato de los subcontratistas tradicionales en las industrias de la electrónica. Mientras que tales *board stuffers* realizan procesos de ensamblaje intensivos en trabajo estrictamente controlados por los fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés), las compañías de CM tienen el pleno potencial para desarrollar y manejar los procesos de producción complejos, a menudo de alcance internacional (Sturgeon 1999). La manufactura por contrato es además diferente de arreglos más sofisticados de suministro en la industria IT, particularmente de los fabricantes de diseño original *(Original Design Manufacturing*, ODM, por sus siglas en inglés). Contrariamente a las manufacturas por contrato, las compañías ODM poseen el diseño del producto que es ofrecido a las OEM y las venden bajo la marca de la empresa (*brand name*) (como lo es típico para los monitores de la computadora o para las computadoras portátiles proveídas por los fabricantes taiwaneses a las compañías líderes como HP, Compaq o Dell).

Una descripción simple de la posición de la manufactura por contrato en las cadenas de producción de la industria de la IT ha sido señalada por Koichi Nishimura, el CEO de la CM líder del mercado mundial Solectron, conocido en la industria como "Dr. Ko":

> "La cadena de proveeduría de la que vamos a ser parte es un segmento basado en el tiempo del centro de compras. La gente quiere lo que ellos quieren, cuando ellos lo quieren, donde ellos lo quieren. Más barato, más rápido, mejor ... Al mismo tiempo, los ciclos de los productos en la cadena de oferta se están volviendo más cortos y más cortos. Cuando usted pone estos dos fenómenos juntos, muchas compañías se ven forzadas a subcontratar. Sólo pueden centrarse en tantas cosas. Las compañías más sofisticadas trabajan en la creación de riqueza y la creación de demanda. Y dejan a alguien más hacer todo mientras tanto." (Austin American Statesman, Octubre 19, 1998)

La definición de Ko parece particularmente elegante, puesto que relaciona la manufactura por contrato con las nuevas formas de especialización vertical en la industria de IT. Lo que se ha percibido extensamente como la descentralización de las tecnologías de la información puede también interpretarse como la aparición de una nueva estructura industrial entera, caracterizada por la generalización de la desintegración vertical y de la formación de *commodities (commodification)* de una creciente serie de productos y sistemas, siendo ofrecidos previamente como parte de sistemas de computadoras y de comunicaciones más grandes (Ernst/O'Connor 1992). Conducido por el crecimiento y la crisis de las ganancias en segmentos más viejos de la industria de la IT, particularmente en las supercomputadoras *(mainframe computers)*, la recomposición del capital ha asumido la forma de una creación continua de nuevos segmentos de la industria interrelacionados con normas relativamente autónomas de producción y tecnología (Lüthje 2001).

Las siglas para el duopolio dominante en la industria de la PC, Wintelismo *("Wintelism")*, se han convertido en un concepto ana-

lítico para las formas genéricas de organización corporativa y el control de mercado en la industria de la computadora verticalmente especializada (Borrus/Zysman 1997, Borrus 2000). Los actores principales se están centrando en la ingeniería y diseño de los productos clave *(key-products)* en los segmentos de mercado altamente especializados. Su misión es la definición de los mercados de producto nuevo a través del desarrollo de tecnologías de cambio radical y de su comercialización rápida, creando control y economías de escala en los segmentos de mercado respectivos." La revolución de la PC de los años 80s, en la que los productores mercantilices como Apple o Compaq junto con Intel y Microsoft en el campo del microprocesador y del software se convirtieron en fuerzas globales de la industria, y de la aparición subsecuente de la industria del equipo de sistema de redes *(networking)* conducida por Cisco representa este desarrollo (Lüthje 2001).

Un elemento más significativo de este cambio es descrito por el hecho de que una serie creciente de OEMs integrados verticalmente han estado aceptando las reglas del *Wintelismo*. En la IBM, por ejemplo, modelos de negocio verticalmente especializados fueron adoptados en la PC -y la división del almacenaje en la segunda mitad de los años 90. Otras compañías verticalmente integradas de EE.UU. seguido por el giro central del negocio como compañías totalmente autónomas como AT&T en el caso de Lucent o HP con Agilent. Más recientemente, grandes compañías Europeas de electrónica han cambiado a especialización vertical. Ericsson y Nokia estuvieron a la vanguardia, seguidas por Siemens y recientemente Alcatel. En Siemens, el actor más grande en el campo Europeo, el cambio hacia el contrato manufacturero ha sido iniciado por el teléfono móvil y la unidad de computación ICM (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

Con respecto a la manufactura por contrato, cuatro "hechos estilizados" en este escenario son de importancia:

- La cadena de valor alguna vez fuertemente integrada ha sido *commodified* i.e. la mayoría de los productos de la IT son *commodities* complejas, ensambladas por partes comerciales y componentes suministrados por varios segmentos de la industria. El control del ciclo del tiempo *(time-cycle)* de nuevas tecnologías y productos han llegado a ser el principal problema de la organización de la manufactura en la industria.
- Como el control del mercado ha cambiado radicalmente de ensambladores hacia compañías de definición de producto (Borrus/Zysman 1997), la innovación del producto esta cada vez mas desacoplada de la manufactura. Como se discutirá más tarde, esto tiene también implicaciones importantes par la división internacional del trabajo y los patrones de difusión de conocimiento internacional asociados con la manufactura por contrato.
- En contraste a los modelos de industria Fordista y "Toyotista" no hay "corporaciones focales" (Sauer/Döhl 1994) que coordinen la cadena de valor a través de sus propias operaciones de manufactura. La "pirámide de proveeduría" gobernada por ensambladores finales de gran escala (como en la industria del automóvil o de la televisión) es reemplazada por redes de segmentos de la industria interactivas. La jerarquía se define por la habilidad de los líderes para controlar el desarrollo de la tecnología en los segmentos clave del mercado.
- La aceleración de la tecnología y el desarrollo de producto han producido enorme inestabilidad a través de la cadena de valor. La expansión rápida a través de la creación de mercados de nuevos productos es acompañada por ciclos de estilo antiguos de sobreproducción y capacidades excedentes –una situación que está en el centro del actual desplome en la industria de alta tecnología.

2. Las redes de producción y la creciente variedad de las relaciones de subcontratación

El Wintelismo como un modo de competencia y de control del mercado, y la manufactura por contrato como una forma de manufactura son altamente complementarias. Como señala Sturgeon (1999), el nacimiento de la industria de CM esta marcada por la entrada de IBM dentro del mercado de la PC en el año de 1981. IBM no sólo, por primera ves en su historia, origina los componentes clave, el microprocesador y el sistema operativo, de dos proveedores externos desconocidos, Intel y Microsoft. Big Blue además contrató el ensamble de las tarjetas madre con un proveedor de componentes para la industria aeroespacial, SCI de Huntsville, Alabama, pronto para convertirse en el líder de la industria de CM.

La localización más importante para el crecimiento inicial de manufactura por contrato llegó a ser *Silicon Valley*. Aquí, algunas de las compañías verticalmente especializadas en la computadora y en la naciente industria de equipo de red, Sun y Cisco en particular, se asociaron con contratistas especializados como Solectron, (una otrora compañía de energía solar) o Flextronics para la manufactura de sofisticadas tarjetas de circuito impreso, fomentando el uso de avanzado equipo de ensamble automatizado, conocido como SMT (Saxenian 1994:145 ff.).

La relación entre la OEM verticalmente integrada en los EE.UU. y Europa se desarrolló rápidamente durante la segunda mitad de los años 90. Esto sucedió principalmente mediante la adquisición de plantas enteras de OEMs, tales como los negocios de las tarjetas de ensamble de IBM en Charlotte, Carolina del Norte y Austin Texas, o la Texas Instrument´s Customer Manufacturing Division. En Europa, los primeros pasos que resultaron de las decisiones de subcontratación en la parte de las compañías de computadoras de EE.UU., como la venta de una planta de IBM en Bordeoux (Francia) a Solectron, o de dos instalaciones de HP en Stuttgart (Alemania) a Solectron y DII-Dovatron.

El manufacturero de telecomunicaciones Sueco Ericsson, fue la primera OEM europea en vender unidades de producción enteras, iniciando con siete plantas en Suecia vendidas a Flextronics y a Solectron en 1997. En las grandes economías europeas, este desarrollo arrancó con la transición de la planta de manufactura de servidor de Fujitsu-Siemens en Paderborn (Alemania) a Flextronics en 1999, seguido por una serie de acuerdos de subcontratación con la misma compañía en la manufactura de PC y teléfono móvil. El desplome actual en la industria de la IT está produciendo una nueva ronda completa de acuerdos de subcontratación, esta vez guiadas por Alcatel de Francia y, una vez mas Ericsson (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

La expansión rápida ha causado un espectro altamente diferenciado de relaciones de subcontratación, emergiendo de varias estrategias de empresa y tradiciones así como de practicas de manufactura especificas de nación -y de región. Como el Cuadro 1 explica, las siguientes formas básicas de integración pueden ser distinguidas:

- La manufactura de escala completa de sistema *(full-scale system manufacturing)* (ensamblaje de tarjetas y construcción de caja *(box-build)*) para compañías *fabless* de definición de tecnología, como las practicadas por Cisco, 3Com o recientemente Microsoft por su consola de juego X-Box.
- El subproducto de las instalaciones existentes de producción de las principales OEMs hacia las CM con relaciones contractuales continuas. Esto a resultado en un cambio similar del ensamble completo de PBC y las operaciones de construcción de caja como en el caso de las compañías *fabless*. Una diferencia resulta del hecho que esta forma de cooperación involucra la transformación de las respectivas plantas de una organización tradicional en operaciones de manufactura por contrato, a menudo incluyendo la reestructuración substancial de prácticas de trabajo en algunos casos la perdida de trabajo. En muchos casos, particularmente en Europa, las OEMs están manteniendo operaciones de manufactura

paralelas internas, poniendo las plantas OEM y CM en competencia directa.

- La manufactura a gran escala de componentes clave para la PC y los manufactureros de servidores que mantienen sus propio ensamble final. Este acercamiento relativamente conservador es utilizado por compañías como Dell, Compaq o HPs Computer Systems Division, quienes consideran el ensamble final como una interefaz importante para el cliente.
- Los sistemas de ensamble (construcción de baja *(box build)*) para las marcas líderes internacionales en los mercados extranjeros clave, en la mayoría de las casos en alianza con manufactureros por contrato locales de tamaño mediano (según lo practicado, por ejemplo, por los vendedores de computadora de Estados Unidos en Alemania o en China).

CUADRO 1: Tipos de Integración OEM-CM

Compañía fabless – ensamble final mínimo y testeo (Cisco, Sun ...)	Manufactura completa y administración de la cadena de proveeduría (logística de ingeniería)
Subcontratación completa de líneas de producto y/o plantas (IBM, TI, Siemens ICM...)	Manufactura completa y administración de la cadena de proveeduría – Conversión de planta
Ensambladores finales de gran escala con subcontratación de gran volumen de componentes clave (Dell, Compaq, HP CSD)	Producción masiva de componentes clave (líneas dedicadas)
Ensamble final a la medida (customized) en mercados clave (Compaq, Dell, HP PCD en Europa y Asia)	Ensamble final (construcción de caja) (incluye socios CM locales)
Aun abierto: OEM verticalmente integrado de Japón y Corea	Por ejemplo Sony/Solectron, Acer/Solectron, Mitsubishi/Solectron, Sony-Ericsson/Flextronics

FUENTE: *Institut für Sozialforschung* – Proyecto "IT-Kontraktfertigung"- 2000

Debería ser notado que los principales OEMs de Asia – el *keiretsu* japonés y el *chaebol* coreano en particular – han sido relativamente reacios a utilizar manufactura por contrato en su región central). Las ventas de las principales operaciones de ensamble a compañías de CM la mayoría de las veces ocurridas en mercados extranjeros (como la operación de ensamble de teléfonos celulares de Mitsubishi de EE.UU. en Georgia, que fue vendida a Solectron). El líder en subcontratación ha sido Sony, una compañía generalmente no considerada un *keiretsu*. En octubre 2000, Sony traspaso mas de dos plantas de ensamble en Japón y Taiwán a Solectron – un movimiento que fue considerado como un abertura principal para el modelo de CM en Asia. Un paso importante en esta dirección esta también involucrado con la reciente sociedad de Sony con Ericsson en teléfonos móviles 3G. La manufactura de estos dispositivos ha a sido enteramente contraída a Flextronics (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

Como podemos resumir, la generalización de la manufactura por contrato está produciendo una diversidad creciente, conduciendo a aumentar la heterogeneidad en la forma de la redes de producción. Con respecto al debate en especialización vertical y de las redes líderes globales (Emst 2001) dos importantes salvedades deben hacerse.

Primero, la tendencia hacia las cooperaciones de la manufactura a gran escala de alta diversidad fomenta la *reintegración vertical* en la parte de los manufactureros por contrato. La principal CM ha adquirido diseño especializado y capacidades de manufactura en componentes y software así como en la administración de la cadena de proveeduría y logística. Una compañía como Solectron posee subsidiarias sofisticadas de la tecnología en el campo de ASIC – y del diseño de grupo de chip. Flextronics ha construido una unidad de negocio global en el diseño y la manufactura de tarjetas de circuito impreso, la compañía también está desarrollando una unidad de servicio de redes de telecomunicaciones, siguiendo las adquisiciones en este campo de Ericsson (Flextronics 2001). El análisis razonado detrás de esta

integración vertical son las economías de alcance tradicionales, una tendencia también reflejada por la transición de unidades de manufactura completamente integradas de los OEMs que también incluyen funciones de soporte de manufactura clásicas como la producción *tool-and-die*.

Con respecto a el sector de IT como un todo, puede decirse que la especialización vertical "en la cima" (entre OEMs), está empatado por la reintegración vertical al nivel de procesos de manufactura estandarizados.

Segundo, los CM sólo empatan parcialmente la definición de "compañías líderes". Aunque integran la manufactura de know-how de ingeniería de primera clase, el diseño componente y logística, *no controlan el desarrollo de producto* y no pueden desarrollar mercados de producto en su propia capacidad. En ese sentido, las compañías de CM carecen de la calificación más importante de corporaciones focales en la industria de la computadora *Wintelista*. Como discutiremos, esto produce diversas lógicas de especialización vertical e integración en diversos extremos de la cadena de la producción, afectando las capacidades de las CM como líderes en la red en la arena global y en la local.

3. El proceso del trabajo: ¿un acercamiento de McDonalds a la industria manufacturera?

El papel específico de los manufactureros por contrato como "facilitadores globales de la cadena de proveeduría" así como los problemas para integrar la compleja división transnacional de trabajo dentro las compañías llega a ser particularmente visible con un análisis mas cercano del proceso de trabajo y de las prácticas de administración de planta.[1]

1. Lo siguiente esta resumiendo los resultados de nuestros estudios de caso de sitios de CM en EEUU, en Alemania y en Suecia. La muestra consistió en 6 plantas de diversos tamaño y alcance en el este y sur de Estados Unidos poseídos por dos principales CM, las mismas plantas de compañías en Alemania, una planta relacionada en Suecia, dos operaciones de CM activadas por manufactureros medianos locales de electrónica en Alemania, y varias plantas de OEM (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

La manufactura por contrato está produciendo un patrón de trabajo de manufactura flexibilizado con algunas características comunes a través de la industria y de sus diferentes ubicaciones. Los elementos de definición de esta forma de trabajo no resultan de innovaciones básicas en la tecnología de la manufactura, aunque grandes empresas de CM pueden ser consideradas como líderes en el uso de equipo de ensamble de PCB avanzado y en la administración de la cadena de proveeduría basada en la IT. Los procedimientos de trabajo básico –ensamble automatizado y manual de PCB, ensamble de sistemas, y almacén y trabajos de logística– son estándar y bien conocidos por toda la industria de la electrónica. El lugar de trabajo no es muy diferente de las operaciones de manufactura electrónica tradicionales, el predominio de un ambiente de *estado del arte* de la manufactura en medianas a grandes plantas pone las condiciones de trabajo aparte de las tradicionales talleres de relleno de tarjetas.

Las características específicas del trabajo de la manufactura en la industria de CM resultan de la forma de integración en las cadenas de valor globales de la industria de IT. Algunas características básicas pueden ser resumidas como sigue:

- "*Trabajo sin un producto*": como las plantas del CM no fabrican sus productos "propios", la administración de la calidad y el control del lugar de trabajo tienen que ser reenfocados en la orientación hacia cliente. La manufactura tiene que ser organizada como "trabajo de servicio"
- *Salarios relativamente bajos con altas proporciones variables*: como las mayoría de las plantas de CM están situadas en áreas de bajo costo, los salarios de la manufactura y los beneficios son algo modestos, sistemas de pago orientados por bonos (incluyendo propiedad de títulos y opciones) tienen que asegurar la orientación del cliente.
- *Flexibilidad de trabajo*: El constante y muy rápido cambio en volúmenes de producción es administrado por un uso extenso de varias tipos de empleo flexible. En EE.UU. y

Europa, y también en algunos sitios de bajo costo, particularmente México, el empleo temporal se ha convertido en un recurso estratégico de primera importancia.

- *La administración de la calidad basada en el trabajo en equipo limitado*: en la mayoría de las plantas hay una ideología de "la orientación del equipo", pero ninguna estructura formal de los grupos de trabajo etc., conocida como conceptos de equipo en otras industrias.
- *Una confianza fuerte en mujeres y en trabajadores minoritarios*: como en la mayoría de las áreas de la manufactura de electrónica, la mayoría de la mano de obra de la manufactura es femenina. En EE.UU., particularmente en California, la mano de obra es reclutada principalmente de minorías raciales en posiciones desventajosas del mercado de trabajo.

Las compañías de CM persiguen la estandardización estricta del proceso de trabajo para asegurar la uniformidad de los procedimientos del trabajo en una escala global. Los procesos comunes son desarrollados como una característica que distingue al modelo de CM, diseñada para ofrecer un interfaz uniforme para OEMs buscando compras globales de una sola fuente para los servicios de manufactura. Solectron, un dos veces ganador del prestigioso Malcolm Baldridge Award por la manufactura de calidad de *estado de arte* está utilizando los criterios de certificación Baldridge como herramienta para ajustar las prácticas de trabajo en cada planta en todo el mundo a lo largo de un grupo de procesos comunes de todos los miembros de la compañía. Para propósitos similares, Flextronics tiene un concepto de administración de materiales desarrollado por los consultores bajo el nombre de Demand Flow Technology (DFT) que incluye prescripciones uniformes de trabajo para cada lugar de trabajo de la manufactura en todo el mundo.

Bajo tales políticas, sin embargo, podemos observar prácticas de manufactura muy diversas a través de las plantas y de las regiones. En EE.UU., vemos claramente un modelo de salario bajo/alta flexibilidad que es típico para "la cara nueva de la manufactura estadounidense" (Uchitelle 1994) en las áreas de crecimiento en el sur y el oeste de EE.UU. Hay también una polarización fuerte entre los ingenieros y los trabajadores de línea –un rasgo característico de la mayoría del trabajo de la manufactura en EE.UU., que es reforzado a través de la utilización generalizada de trabajo temporal. También, los esquemas de administración de la calidad y sus incentivos son mucho más ampliamente utilizados y obligados que en la mayoría de las plantas Europeas.

En las plantas alemanas y suecas hay un grado más alto de integración de trabajo, prácticas más sofisticadas de la automatización, y también un papel más fuerte para los sindicatos y las representaciones legales del empleado (consejos de trabajos en Alemania). La Administración de Calidad Total *(Total Quality Management)*, los Índices de la Satisfacción de Cliente *(Customer Satisfaction Indexes)* y conceptos similares son visiblemente mucho menos usados. Los estándares de salario del Sindicato son aceptados ampliamente, incluso en plantas sin sindicatos. Sin embargo, hay una tendencia fuerte a estipular la negociación concesionaria en la parte de los trabajadores, de representantes y de sindicatos, especialmente bajo el impacto de la competencia de las regiones bajo costo. Particularmente impresionante es la elevada proporción de arreglos flexibles de empleo, alcanzada a través de agencias de trabajo o de empleo temporal bajo las leyes de trabajo existentes.

Estas diferencias, no sorpresivamente, reflejan el ambiente general de las relaciones industriales en EE.UU. y los países europeos respectivos. El mayor papel del trabajo manual en las plantas de EE.UU. (especialmente en procesos no programables y en la remodelación de productos defectuosos en ensamble de PCB) se puede atribuir directamente a los costos de trabajo más bajos en áreas no sindicales tradicionales como Texas, Carolina del norte, Alabama, o el Silicon Valley de California, la mayoría de ellos con altas proporciones de trabajadores inmigrantes. En Europa, la mayoría del trabajo de ensamble manual está siendo reubicada a regiones de menor costo en Europa del este (véase abajo).

La coexistencia de prácticas de trabajo diferentes bajo estrategias de administración de calidad globalizadas refleja los límites a la estandardización y a la centralización de la control de la administración. Esto es reforzado por la adquisición continua de los activos de la manufactura de OEMs, la variedad cada vez mayor de relaciones de subcontratación es reflejada por una diversidad cada vez mayor de tecnologías y de prácticas del trabajo en el taller. Esto es particularmente visible considerando la estandarización del equipo de ensamble, un elemento importante en la estrategia de negocio de CM principales. Esto a menudo ocurre más lentamente que lo que se pregona. Como podemos observar en nuestros estudios de caso, el cambio de equipo algunas veces supone enormes costos financieros y problemas de productividad en las plantas individuales.

A pesar del énfasis de la oferta global totalmente integrada y las cadenas manufactureras, el control de la administración sobre el proceso manufacturero, tiene que estar asegurado por los instrumentos tradicionales de la planeación del negocio: finanzas corporativas, políticas de inversión y, muy importante para la manufactura por contrato, la adquisición de partes y administración de las cuentas clave de los clientes con grandes volúmenes de pedido. Bajo estas condiciones, observamos una *coexistencia de facto de los diferentes regímenes de control de taller,* a menudo fuertemente influenciadas por las tradiciones de los otrora dueños de las plantas particulares o de las unidades de negocio.

La transferencia de conocimiento entre plantas en diferentes regiones y áreas se ha mantenido sorprendentemente limitada y selectiva. Esto es particularmente cierto para los aspectos más formales de la organización de trabajo y la educación. En la mayoría de sus recientemente adquiridas plantas europeas, los fabricantes por contrato de EE.UU. no hicieron, como lo esperaban los trabajadores y sindicatos, la implementación rigurosa de las prácticas de trabajo "Americanas" y transformaron las plantas en "screw driver operations" de baja habilidad y bajo salario. En la dirección opuesta, las compañías hasta ahora no han iniciado intentos de ninguna importancia para transferir administración de calidad o esquemas de capacitación de los lugares europeos a los Estados Unidos, aunque esto es visto como deseable en algunos campos (la capacitación en particular).

Todos estos hallazgos apuntan hacia el bien conocido hecho que el know-how de la manufactura no puede ser fácilmente transferido a lo largo de diferentes regiones y naciones, puesto que esta enraizado en condiciones locales especificas de trabajo, educación y tradiciones tecnológicas.

La industria de CM es un ejemplo particularmente claro aquí, ya que la uniformidad en los procedimientos de trabajo –algunas veces caracterizado como un acercamiento McDonalds a la manufactura– es un elemento definitivo del modelo de negocios. Parece que la manufactura por contrato está siguiendo un patrón más bien tradicional de desarrollo del conocimiento y el aprendizaje, el cual es más característico para las compañías manufacturera de línea vieja que para las compañías de definición del producto tan típicas como el *Wintelismo*. En otras palabras, existen *diferentes dinámicas de aprendizaje bajo diferentes fines de la cadena productiva* de la industria de la IT post-Fordista.

4. Una nueva división internacional de trabajo

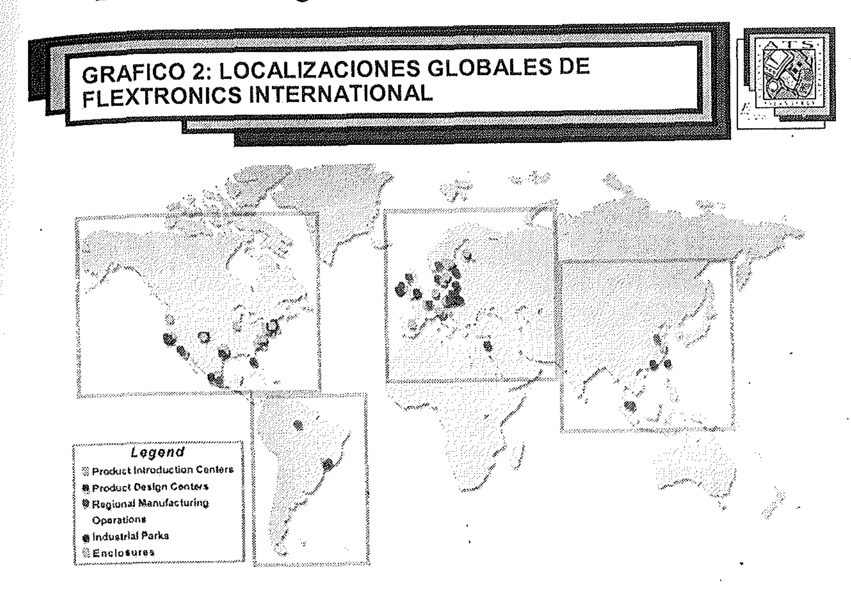
La enorme expansión de los años recientes ha convertido a la manufactura por contrato de una característica "Americana" (Sturgeon 1997) a un modelo global de producción en masa. A través de sus contínuas adquisiciones, las compañías de CM actúa como constructores de redes transnacionales, ensamblando una variedad de plantas con diferentes practicas de manufactura en los mercados globales y en el nacional específicos. La manufactura por contrato, por lo tanto, puede ser caracterizada como un modo de integrar, coordinar y regular las condiciones económicas, sociales y culturales divergentes en un sistema de producción global (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

En 1996, el fabricante por contrato líder, Solectron, tenía cerca de 10 emplazamientos a nivel mundial, hoy tiene casi 50 (Solectron 2001). Los fabricantes por contratos están construyendo las redes de manufactura en cada región de la Tríada. La Gráfica 2 muestra el ejemplo de Flextronics International, la segunda CM más grande. Las operaciones de la compañía están concentradas particularmente en Norteamérica y Europa, una presencia de densidad similar en Asia y está empezando a construir. Fuera de los cinco diferentes tipos de operaciones, los Centros de Introducción de Producto, los Centros de Diseño de Producto y las Operaciones Regionales de Manufactura están concentradas en principales centros industriales de Estados Unidos y Europa. Las operaciones de manufactura a volumen están en México, Polonia, Hungría y China.

La manufactura de gran escala en las áreas de bajo costo está jugando un papel central en este escenario. La primera planta en el exterior fue adquirida como parte de la absorción de unidades manufactureras de las OEMs como IBM o TI, las cuales tenía plantas en el sureste asiático, predominantemente en Malasia. A mediados de los años noventa, en el despertar del TLCAN, los fabricantes por contrato construyeron enormes instalaciones en México, la mayoría de ellos en la ciudad de Guadalajara. Actualmente la expansión más rápida se está llevando a cabo en Europa. Los fabricantes por contrato de Estados Unidos están montando instalaciones a gran escala en Hungría, Polonia, República Checa y Rumania, modeladas después del ejemplo Mexicano. Solamente Flextronics tiene más de 7,000 empleados en Hungría y es uno de los más grandes empleadores de trabajadores de manufactura en el país (véase cuadros 2 y 3).

GRÁFICO 2

Localizaciones globales de Flextronics International



CUADRO 2

Localización de los mayores 5 CM en Asia (septiembre 2000)

Empresa	*Malasia/Singapur*	*China/Hong Kong*	*Otros países*	*Producto/Tamaño (pies cuadrados)*
Solectron	Johor			PCBA 200.000
	Penang			PCBA 432.000
		Suzhou (Jiangsu)		PCBA 333.000
Flextronics	Johor			PCBA 210.000
		Beijing		PCBA 70.000
		Doumen (Guangdong)		Parque industrial con manufactura de PCBA, PCB manuf., cuarto limpio, 900.000

SCI	Singapur			PCBA
	Penang			PCBA
		Kunshan (Jiangsu)		PCBA
			Tailandia	PCBA
Celestica	Kulim			PCBA
		Hongkong		PCBA
		Dongguan (Guangdong)		PCBA
			Tailandia	PCBA
Jabil	Penang			PC y periféricos, alrededor de 900 empleados
		Hongkong		Telecom y redes, instrumentos médicos, etc.; alrededor de 4,300 empleados
		Kanton (Guangdong)		
		Shenzhen (Guangdong)		
		Panyu (Guangdong)		

PCBA = Printed Circuit Board Assembly
FUENTE: Información de empresas (Internet)

CUADRO 3

Localización de los principales 5 CM en Europa del Este (septiembre 2001)

Empresas	Hungría	Rep. Checa	Polonia	Otros	Productos/Tamaño (pies cuadrados)
Solectron				Rumania	PCBA 64.000
Flextronics	Zalaegerzeg				PCBA, ensamble de sistemas 205.000
	Sárvár				PCBA, ensamble de sistemas 385.000 Parque industrial con proveedores

Continúa

	Tab				PCBA, ensamble de sistemas
	Nyíregyháza				PCBA, ensamble de sistemas
		Brno			PCBA, ensable de sistemas 112.000
			Gdansk		PCBA, ensable de sistemas (en construcción)
SCI/Sanmina	Tatabanya				PCBA
	Pecs				*Enclosures*
Celestica		Brno			PCBA
		Rajecko			PCBA, ensable de sistemas
Jabil	Tiszaujvaros				PCBA

PCBA = Printed Circuit Board Assembly
FUENTE: Información de las empresas (Internet)

La producción justo a tiempo globalizada está transformando las viejas divisiones internacionales de trabajo (como las analizadas por Froebel/Heinrichs/Kreye 1977). Desde mediados de los ochenta han estado surgiendo complejos de producción relativamente especializados en los países recientemente industrializados, en Asia particularmente, que suministran componentes específicos o procesos manufactureros con tecnología de punta (Henderson 1989 y 1994). En la manufactura por contrato, las tecnologías y procedimientos en desarrollo y en las economías de bajo costo son bastante similares. La producción de paquete completo (*full package*) (Gereffi 1999) en los emplazamientos de bajo costo, está apoyado por la estandarización global de los procesos de trabajo perseguida por las principales empresas de CM.

Una cierta jerarquía entre las localizaciones, sin embargo, está definida por tres elementos:

- El liderazgo que juega el Centro de Introducción de Productos (PIC) en los países desarrollados en el *prototyping*

y en el *ramp-up* de nuevas líneas de productos hacia una manufactura de volumen. Esto implica desigualdad en la distribución de las capacidades de ingeniería y del acceso a plantas en sitios de bajo costo para adelantar la ingeniería dentro de el sistema global de producción. También implica una mayor importancia relativa del trabajo calificado en las plantas estratégicas en los países en desarrollo en desarrollo.

- La ubicación de productos especializados con alta diversidad en requerimientos de manufactura y bajos volúmenes (volumen bajo -alta mezcla) en los países desarrollados contra la producción en masa estandarizada (alto volumen-baja mezcla) en ubicaciones de bajo costo.
- La concentración de unidades especializadas en el diseño y manufactura de los componentes cruciales en países desarrollados.

Además, existen diferentes tipos de jerarquías dentro de las regiones de la Tríada. Esto es principalmente debido a las diferencias en la administración de plantas y sistemas de trabajo, empotradas en ambientes específicos de las relaciones industriales en las regiones particulares. En Norteamérica, existe un desarrollo mas paralelo de producción en masa dentro de EE.UU. (en las regiones de bajo-costo del sur y suroeste) y en los países recientemente industrializados, México en particular, y Malasia y China. En Europa, existe una jerarquía mas distintiva entre operaciones de tipo PIC y líneas de producto mas sofisticadas ("Führungsbetriebe"), como se les dice en Alemán) en el núcleo de países de Estados Unidos y el volumen de producción de Europa del Este (Lüthje/Schumm/Sproll 2002). La división regional de labor en Asia parece estar abierta. Los centros de operaciones regionales están localizadas principalmente en Singapore y Hong Kong. La pregunta es si un sistema de estilo Europeo de plantas lideres emergerá en Taiwán y posiblemente en Japón y en Corea del Sur.

Dentro de esta división geográfica de trabajo vemos cadenas de producción sumamente complicadas emergiendo a causa

de los productos individuales. El caso de la producción de teléfonos móviles para las principales OEM europeas, las cuales estudiamos recientemente, podría ilustrar esto. La OEM ha alternado la manufactura completa de este producto a las principales CM de Estados Unidos. Los CM está dirigiendo la manufactura básica, la culminación del producto (ensamblaje final, aplicación de software y las pruebas), y la logística para todo el mercado europeo. Para este fin, los CM están operando un enorme centro de culminación de producto en Hungría con una capacidad de siete millones de auriculares por año. Este centro esta recibiendo los auriculares fabricados sin software (llamados maniquíes) de una fábrica del CM en China. La operación china esta manejando el ensamblaje de las tarjetas de circuitos impresos y de los auriculares, incluyendo funciones de soporte como la elaboración del estuche de plástico. Las tarjetas de circuito impresos altamente complejas están originadas de las instalaciones manufactureras de PCB de los CM en China, con algún soporte de ingeniería proveniente de las operaciones de CM en Alemania.

Los auriculares sin *software* son enviados hacia el centro de culminación húngaro por avión, donde el software operativo es aplicado de acuerdo a las ordenes de los operadores de telecomunicaciones o cadenas de venta al por menor. Esta tarea, una vez más, es de alta complejidad organizacional, ya que cada auricular tiene que ser equipado con software en el lenguaje para el país de destino y los requerimientos específicos de cada operador y comerciante minorista. Después de ser empacados en cajas, los auriculares son repartidos finalmente justo a tiempo en 15 diferentes países europeos, el proceso llevado acabo por una empresa alemana de transportes bajo un contrato a largo plazo con el CM.

Dada el creciente tamaño y alcance de las cadenas de manufactura, parece evidente que no hay patrones de ubicación generales simples en la industria de CM. La complejidad organizacional así como los enormes requerimientos en logística limitan los efectos de la aglomeración local de la manufactura por contrato. Los fabricantes por contrato tienden a concentrar

sus actividades de manufactura en lugares de bajo costo en las plantas relativamente grandes e integradas que pueden manejar una variedad de funciones de manufactura y proporcionar un ambiente estable para la producción en masa. Estas plantas reciben la mayor parte de sus pedidos, así como también sus partes y abastecimiento de equipo, sobre una base centralizada a partir de otras unidades de negocios de los CM o de sus proveedores principales. Conforme los CM tiendan a interiorizar recursos de manufactura, la contribución de los proveedores locales generalmente parece ser relativamente baja, a menudo limitada a partes no electrónicas (como hojas de metal, ensamblaje de cables y arneses de cable o empaques de plástico). Igualmente, la cooperación local con clientes de OEM en el campo de la ingeniería y adquisición del producto y el diseño de los componentes y maquinaria especializada juegan un papel menor.

Este patrón de encadenamientos de red relativamente fuertes en los efectos globales y de baja aglomeración a nivel local puede ser observado para la mayoría de las operaciones de CM de alto volumen. Es muy visible en los sitios de bajo costo en el sur de Estados Unidos (Lúthje/Schumm/Sproll 2002), y parece ser aun más marcado en países en desarrollo. Para México, investigaciones recientes demuestran una amplia evidencia empírica para este hallazgo (Dussel Peters 2000, Palacios 2001). Para Hungría, nuestras presentes observaciones parecen apoyar este punto de vista. El patrón es reforzado por el hecho de que algunos fabricantes por contrato están desarrollando parques industriales a gran escala en sus principales localidades de bajo costo, los cuales integran una rango completo de suministro, empresas de soporte y logística una cadena completa de empresas de proveedores, apoyo y logística, la mayoría de ellas de origen internacional (véase el Gráfico 3).

GRAFICO 3: Parque Industrial Flextronics en Guadalajara, México

FUENTE: Flextronics International.

En cuanto a la difusión del conocimiento, nuestro cuadro parece confirmar la observación, que la dispersión de los procesos de fabricación depende del grado de especialización del producto, componente o proceso particular (Ernst 2001:20). Los procesos y productos de tipo *commodity* están muy dispersos, su localización puede ser determinada de acuerdo a una variedad de factores como los costos salariales o la proximidad del mercado. En la parte final del desarrollo del producto, existe una fuerte concentración geográfica, la cual no puede superarse fácilmente. En la manufactura por contrato, tal patrón esta incrustado en la relación entre las plantas lideres y los sitios manufactureros de bajo costo. La jerarquía es reforzada por el hecho de que la mayoría de los clientes de OEM prefieren o insisten en que los procesos de introducción de producto y la ingeniería a fin tomen lugar dentro de las fronteras de sus principales mercados nacionales.

Aquí, el desacoplamiento Wintelista de la innovación de productos de la manufacturera se convierte en un elemento definitivo de la división internacional del trabajo. La surgente red de CM transnacional tiende a reforzar esta separación en una escala global. Sin embargo la concentración acelerada de la producción en masa verticalmente integrada en los lugares de bajo costo parece implicar efectos considerables de aprendizaje tecnológico y organizacional. La manufactura por contrato apoyan la creación de capacidades manufactureras integradoras, como se desarrollan típicamente en los centros de producción en masa como Penang en Malasia. Para estas ubicaciones, este desarrollo puede resultar en una situación similar como la de Malasia, la cual ha sido caracterizada recientemente por la formula "fuerza en la industria manufactura, débil en innovación" (Best 1999).

Sin embargo, aun en la era del *Wintelismo* uno no se debería subestimar la importancia estratégica de una fuerte base de habilidades en la manufactura, combinada con el estado del arte de aptitudes en logística y la organización de la cadena de suministro. La pregunta importante aquí es la división del trabajo *dentro* de la industria de manufactura por contrato y las relaciones de CM-OEM. Mientras que la introducción de los procesos especializados y la manufacturera de productos de bajo volumen / alta mezcla de productos permanecen confinada a los países industrializados, las CMs tratan de cambiar algunas capacidades de introducción de productos hacia los sitios de bajo costo, a fin de apoyar a una más rápida *ramp*-up para los productos respectivos. Esto parece particularmente prometedor en los lugares donde las capacidades de producción en masa integradas existen. El principal reto en tal escenario, es el desarrollo de una fuerza de trabajo manufacturera especializada y experimentada, un recurso que los fabricantes por contrato han aprendido para aprovechar en países como Hungría o República Checa donde el antiguo sistema socialista ha producido un amplio suministro de trabajadores bien entrenados a cada nivel de la pirámide especializada.

4. La Internet: nuevos modelos de administración de cadenas de proveeduría y el impacto en la manufactura

Para los sistemas de producción global de la industria de manufactura por contrato, el Internet parece ser de gran importancia. Sin embargo, los auténticos cambios de organización asociados al internet tienen que ser evaluados en el contexto de la administración de cadenas de proveeduría y de planta. Aquí, nuestras observaciones están señalando un cuadro sumamente diverso.

Sólo algunas compañías han desarrollado integración base internet de la industria de fabricación y los sistemas ERP. Las relaciones de la "fábrica virtual" a gran escala parecen más avanzadas entre OEM y CM *fabless* (véase Cuadro 1). La organización de la manufactura de Cisco puede considerarse como un modelo de punta. El ensamble de *routers*, interruptores, etc. de Cisco, están integrados bajo un orden y sistema de planeación de insumos, el cual está basado completamente en estándares de internet. Los principales CM son parte de este acuerdo. Además, manejan los servicios de distribución y reparación, ofreciendo una interfase ininterrumpido para los clientes de Cisco. Una CM importante está operando una planta manufacturera completamente dedicada a las líneas de productos Cisco. La integración virtual de esta planta dentro de la organización Cisco tiene que estar asegurada por un sofisticado sistema de control de manufactura de datos por parte de Cisco y a través de un alto grado de interacción personal entre los ingenieros de ambas compañías, apoyada por la cercanía física de sus respectivas operaciones en Silicon Valley (Roberts 2000).

Sin embargo, las plantas que están operando dentro de una estructura de "industria virtual" basada en internet no difiere significativamente en su organización laboral de las más convencionales. Considerando el alto grado de control sobre los datos de manufactura que las redes existentes IT ofrecen a OEMs, parece poco probable un control más rígido de la planta obrera mediante redes de datos basados en internet. Contrario a las dis-

posiciones tradicionales de los subcontratos, OEM tiende claramente a dejar la administración de los procesos de trabajo en sus socios manufactureros. El impacto más importante del internet en las condiciones de la planta obrera, por lo tanto, es probablemente indirecto: la expansión de la manufactura "configurada sobre pedido" (*configured-to-order*) relacionada con el e-comercio seguramente incrementará la presión para flexibilizar el trabajo y el empleo (Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

Como puede ser observado en muchas industrias de consumo, las estrategias de ventas directas basadas en el comercio electrónico impone un enorme desafío organizacional sobre el ensamblaje tradicional y el trabajo de almacenado y logística. Por ejemplo, el Mercado mundial líder de PC el sistema de ordenamiento de Dell basado en Internet (Dell/Magretta 1998) incremento dramáticamente la flexibilidad de requisitos en el ensamblaje final. Como cada producto de computadora tiene que ser configurado según el pedido del cliente, el trabajo de ensamblaje manual está haciendo un notable regreso en las plantas de computadoras. Las operaciones de ensamblaje de Dell en Estados Unidos dependen casi completamente de trabajo manual con relativamente pocos requisitos de habilidades formales. En Europa, algunos de los más exitosos CM domésticos de la industria manufacturera así como las altas terminaciones de OEM, así como OEM "río arriba" como Hewlett Packard, están usando prácticas similares. Un ensamblador contratista para PC de consumo en Alemania está operando casi completamente sobre las bases de trabajo manual (en base a un fondo de trabajo local en un centro de industria electrónica en Alemania del Este con una tasa de desempleo de 17%; Lüthje/Schumm/Sproll 2002).

El rol de los modelos virtuales de las industrias basadas en Internet no debería ser sobrestimado. La mayoría de las cooperaciones entre OEM y CM están funcionando en las bases a las redes IT, las cuales no están operando específicamente en tecnología de internet. Nuestro ejemplo de fabricación de teléfonos portátiles citado arriba puede ilustrar esto. Por el lado de OEM, el proceso completo es controlado a través del sistema ERP de el OEM, el cual tiene un sistema administrativo de proveeduría y de diseño específicamente desarrollado para la manufactura de auriculares portátiles. El *software* ERP de CM ha sido adaptado para trabajar con el sistema de OEM, permitiendo un monitoreo completo de pedidos, calidad y datos de distribución para cada auricular individual en cada etapa de fabricación y la cadena de logística. Para este propósito, cada auricular tiene una etiqueta de código de barras, permitiendo la manufactura "*build-to-order*" desde el proceso básico de ensamble hasta la parte final del producto, cumplimiento y entrega. Dados los enormes costos, así como los requisitos de confiabilidad en el sistema, una migración a la arquitectura de redes basada en internet será probablemente más lenta, quizás como parte de una remodelación general del sistema ERP de OEM.

El impacto a más largo plazo del internet, sin embargo, puede surgir del rol del CM como "facilitadores de la cadena de proveedores globales". Como se analizó, el conocimiento organizacional específico de la empresa transnacional EMS está en la integración y coordinación de las diferentes prácticas de trabajo y culturas de producción dentro de los sistemas de producción mundial. La manufactura basada en el internet promete facilitar esta función porque requiere la definición de interfaces uniformes entre los procedimientos de la manufactura en diferentes plantas y localizaciones. Las múltiples opciones de adaptación de redes IT dentro de una arquitectura uniforme hace al internet ideal para tratar con los diferentes tipos de relaciones de clientes, culturas de producción, reglamentos políticos y sociales. En esta perspectiva, probablemente el mas fuerte conductor del los diseños para habilitar las redes en internet son las economías de escala derivadas de la flexibilidad en la estandarización.

De importancia especial aquí es la proveeduría de componentes y partes electrónicas. El CM ha desarrollado sofisticados conocimientos en el manejo de esta parte de la cadena de valor y ejerce un considerable poder de compra. Las partes y los compo-

nentes son o comprados por el CM a solicitud de su cliente o por el propio OEM. Los CM están relacionados también con los distribuidores globales de partes electrónicas como Arrows o Avnet. La subcontratación local de partes y componentes, como ya lo mencionamos, es relativamente limitada, y se encuentra generalmente restringida por las unidades no estratégicas como arneses, hojas de metal o partes plásticas.

El cálculo de precios, volúmenes, y disponibilidad de las partes de suministro es esencial para la industria CM. El problema es complicado por la naturaleza cíclica de la mayoría de los componentes del mercado. El exitoso manejo de los ciclos del mercado y esquemas de fijación de precios genera ganancias considerables. En este panorama, la internet está probablemente por producir dos cambios importantes: 1) el surgimiento de los mercados "empresa a empresa" (B2B) para las partes y componentes electrónicas bajo el liderazgo de importantes OEM; 2) nuevas formas de la administración de cadenas de proveedores e ingeniería, las cuales están relacionada el surgimiento de una nueva marca proveedora de servicios de aplicación (*application service providers*, ASP por sus siglas en inglés) en diseños y manufactura electrónicos.

Los mercados de partes electrónicas se incrementaron en el año 2000 en la cumbre del auge del internet. Las dos más importantes fueron The High Tech Exchange, la cual incluía a importantes fabricantes de computadoras y *chips* (entre ellos HP, Compaq, Hitachi, Samsung, Nec, y del lado de CM a Solectron; EN 8 de mayo, 2000), y E2open.com, con la fuerte participación de los actores mas importantes en las telecomunicaciones y en el campo de las redes (Ericsson, Hitachi, LG Electronics, Matsushita, Motorola, Nokia, Nortel, Phillips, Seagate, Toshiba, y otra vez, Solectron). Apoyada por la tecnología de IBM, i2, y Ariba y con financiamiento de los importantes bancos de inversiones como Morgan Stanley, E2open alardeó un volumen de venta de partes conjuntas de 200 mil millones de dólares por año (NYT mayo 30, 2000). El concepto de ambos proyectos se refleja en las iniciativas del mercado electrónico en otras industrias

como Covisint en la industria automotriz o Chemplorer en la industria química, que incluye a las principales empresas manufactureras, de software vía e-comercio y operadores de redes de telecomunicaciones.

La mayoría de las expectativas, sin embargo han sido frustrantes hasta ahora. La desaceleración en la industria IT también ha impactado a la mayoría de los proyectos de B2B. De acuerdo a un estudio reciente de A.T. Kearny, de los 17 intercambios públicos que se anunciaran en la industria electrónica durante el año 2000, pocos alcanzaron relevancia estratégica en volumen de mercado. Casi el 80% de las compañías que se comprometieron a un intercambio todavía tienen que realizar volúmenes fuera de sus actividades pilares (EN 08/06/01). De acuerdo a este y otros estudios, las razones para este desarrollo, al menos en parte son estructurales. En una industria dominada por grandes socios comerciales con relaciones estrechas, directas y alta visibilidad, los beneficios de juntar a múltiples compradores y vendedores no son evidentes. Una consecuencia ha sido que importantes OEM como Dell y CM como Celestica han reenfocado sus estrategias B2B mediante el desarrollo de los llamados intercambios privados que enlazan directamente a los proveedores y con los clientes (EN 09/03/01).

Los ASP en el campo de diseño de la electrónica que van más allá de un simple comercio de partes. Desarrollan *software* el que integra partes compradas con el proceso de diseño y la introducción del producto en el nivel de líneas de ensamblaje. La puesta en marcha de compañías como Spin Circuit en Silicon Valley están desarrollando sistemas de intercambio de datos para el diseño de PCB y equipos, juntando a OEM, productores de partes, distribuidores y CM. Estos diseños de portales prometen interfaces ininterrumpidas entre diseñadores de producto, ingenieros de la manufactura y proveedores de partes, todos los cuales se convertirán en una sola parte de un sistema de intercambio basado en internet. Los ingenieros de diseño pueden cambiar su producto según el costo y la disponibilidad de partes rastreadas en base de datos en línea. Algunos

CM están apoyando significativamente estas nuevas empresas en este campo porque la temprana participación pareciera ofrecer la oportunidad de controlar nodos cruciales en redes manufactureras globales basadas en internet.

El futuro impacto de la integración del diseño del componente y comercio en redes de proveedores y en el trabajo de manufactura e ingeniería es todavía difícil de estimar. Parece, sin embargo, creible la sugerencia que parte de que los mercados globales de partes y componentes fomentarán la deslocalización de relaciones de subcontratación, la cual ya es característica para la industria de CM. Por el lado del trabajo podemos esperar una substancial racionalización del trabajo de ingeniería, un incremento en la separación del producto y el proceso de ingeniería y un rol disminuido para la cooperación personalizada entre el producto y los ingenieros manufactureros dentro de la red de la industria local. En términos cualitativos, el trabajo de ingeniería puede orientarse aún más hacia factores comerciales no técnicos como el costo y la disponibilidad de las partes. Esto también puede significar un incremento en la competencia para los ingenieros en países en desarrollo como resultado de la subcontratación de trabajo de ingeniería a regiones de bajos costos. Sin embargo, tal desarrollo reforzará principalmente las tendencias existentes, dado que los CM están activamente haciendo uso de talento local de ingeniería, los cuales en algunas localizaciones, especialmente en Europa del Este, existe cuantiosamente.

5. Conclusiones e implicaciones de política

En este documento tratamos de analizar los profundos cambios económicos y sociales en la industria IT, los cuales están formando las condiciones para la manufactura por contrato de electrónicos y el internet como una infraestructura para las redes trasnacionales de producción. Los resultados pueden resumirse en lo siguiente:

- La especialización vertical en la industria IT, tipificada por el modelo Wintelista de competencia y organización industrial, ha resultado en la creación de una nueva industria para los servicios de manufactura basados en el contrato, los cuales están convirtiéndose rápidamente en la infraestructura manufacturera para un número creciente de segmentos de la industria IT.
- La expansión rápida de la manufactura por contrato, en la actualidad manejada por lo general por las compañías tradicionales de electrónicos, ha resultado en una creciente variedad de arreglos de subcontratación. La especialización vertical por parte de OEM está fomentando la reintegración vertical de los recursos manufactureros en la industria CM. Los CM emergen como integradores globales de la cadena de proveedores con conocimiento sofisticado de la manufactura, pero sin capacidades de líder en la definición de productos.
- La separación del diseño y manufactura del producto ha resultado en un nuevo tipo de trabajo manufacturero caracterizado por la administración de la calidad orientada a los servicios combinada con salarios relativamente bajos y alta flexibilidad en el empleo. La orientación global de los procesos uniformes de trabajo está partiendo de un contexto del control persistentes de regímenes nacionales y/o regionales de la planta de obreros, resultando en un proceso de trabajo relativamente similar bajo diferentes condiciones sociales y culturales manufactureras y fuertes dinámicas de aprendizaje manufactureras.
- La división internacional de trabajo en la manufactura por contrato está estrechamente vinculada con este patrón. La reintegración física y geográfica de la producción en masa está tomando lugar primordialmente en las localizaciones de bajo costo, resultando en fuertes dinámicas de aprendizaje tecnológico manufacturero en las respectivas localizaciones.

- El internet contiene un potencial considerable para la estandarización flexible de las relaciones entre clientes y proveedores en la manufactura por contrato. Mientras que el impacto sobre el trabajo manufacturera parece ser relativamente bajo, el procesamiento estandarizado de pedidos y la proveeduría de partes a través de mercados electrónicos públicos y privados aumentaría, así se espera, la competencia entre proveedores, fortalecería el poder de compra de CM y el fomento de la nacionalización de las cadenas de proveedores a través de la integración de compra de partes de ingeniería.

Cómo afectará esto la transmisión del conocimiento en centros de manufactura emergentes en países desarrollados no es fácil de predecir. Parece evidente, sin embargo, que el internet no cambiará fundamentalmente las dinámicas de aprendizaje, al igual que los problemas económicos y sociales inherentes a la división internacional de trabajo en la industria IT en la era del Wintelismo. Como los geógrafos Neil Coe y Henry W. Yeung lo apuntan en sus estudios sobre el desarrollo del comercio electrónico en Singapur:

> "En su lugar, como en previos sistemas tecno-económicos, el comercio electrónico en el mundo será caracterizado por distintivos y constantes patrones de desarrollo desigual. Lugar, en el sentido abstracto , y ciudades, en su forma material, continuarán siendo de la mayor importancia, y de igual forma existirá una necesidad por centros de coordinación y control, o núcleos y nodos, en el mundo que se intensifica de los flujos de electrónica". (1999:13).

La posición del contrato por manufactura dentro de la división social de trabajo en al industria IT sugiere que la transferencia del aprendizaje y la transferencia del conocimiento seguirán los patrones de las industrias manufacturera tradicionales. CM generalmente está apoyando un escalamiento de la base de la industria en las respectivas regiones baratas. Esto es particularmente cierto para país con una fuerte base de habilidades en manufacturas de componentes industriales como Hungría, quienes están tratando de establecerse como los proveedores de primer nivel de las industrias manufactureras como automotriz o electrónica (para este case interesante, véase Havas 2000, Radosevic / Yoruk 2001). Las políticas estratégicas más importantes para estas localizaciones se encuentran en el campo del desarrollo general de (transporte, desarrollo de sitios, telecomunicaciones) y desarrollo de mano de obra. El reto político es asegurar *trade offs* positivos entre las inversiones del gobierno nacional y local en infraestructura y educación por un lado y estabilidad y sustentabilidad social en condiciones de trabajo por el otro.

El impacto de la manufactura por contrato sobre las industrias de proveeduría local en los países y las regiones respectivos parece mixto. La red de proveeduría que ya disfrutan de encadenamientos establecidos con clientes importantes de OEM, como compañías de Taiwán en la industria de PC y portátil, no serán necesariamente amenazadas por las grandes CMs. Los pronósticos recientes de mercado, incluso esperan un aumento en el negocio de estas redes, mientras las compañías de OEM aumentan su actividad de subcontratación durante la recesión (SCMP 12/12 2001). Parece cada vez más difícil, sin embargo, que el modelo de la cadena de proveeduría de la industria PC será replicado en los productos con una dominación más fuerte de OEM verticalmente integradas, tal como los teléfonos móviles o consumo de electrodomésticos.

Por el lado negativo, la reconcentración de la fabricación limitará las posibilidades para los distribuidores de componente tradicional a escalar a los servicios de manufactura. Como hemos señalado, la consolidación en la industria CM crea algunas oportunidades para los servicios locales y para el ensamble a pedido, lo cual requiere conocimientos técnicos específicos de mercado. Entre estos actores mayoritariamente locales y las compañías globales CM, sin embargo, existe poco espacio. Las grandes y medianas empresas de países en vías de desarrollo no han podido continuar con el paso rápido de la centralización en la industria CM, un desarrollo destacado por la adquisición de NetSteel de Singapur, una vez el sexto CM más grande del mun-

do con Selectron en el año 2002 (FEER, 06/03/2000). Las compañías que son muy pequeñas para ser globales y demasiado grandes para convertirse en jugadores de nichos, como el recientemente establecido negocio de Acer de manufactura por contrato o el combinado electrónico Videoton CRodosevic / Yoruk 2001), pueden encontrar problemas similares.

Como la industria IT es la que encabeza el desarrollo de nuevas formas de la producción en masa de red, el problema básico continúa siendo la lógica de competencia y la reestructuración industrial empotrada en la división del trabajo postfordista. De la industria IT. Las perspectivas limitadas que el modelo CM parece tener para redes locales de distribuidores de productos nuevos y tecnologías IT reflejan el acoplamiento de un producto de innovación y fabricación inherente a el modelo de industria Wintelista. La insistencia de OEMs para mantener productos de ingeniería, introducción de productos y procesos manufactureros cerca de sus localizaciones centrales pareciera ser una de las principales barreras de redes de innovación orientados a productos en localizaciones de bajos costos de la industria CM. Desde esta perspectiva el CM sigue siendo una industria de alto riesgo empresarial, envuelto en la naturaleza cíclica del modelo industrial Wintelista. La interacción de la especialización vertical por un lado, y la consolidación global por el otro, está además globalizando el impacto de expansión y contracción. Al mismo tiempo, los CM no pueden intentar escaparse del descenso presionando el desarrollo de su propios productos y tecnologías. Los riesgos inherentes en esta estructura se hicieron efectivamente evidentes con la enorme cantidad de empleos perdidos en localizaciones de bajos costos de industrias IT ante la recensión en los Estados Unidos y otros países industrializados. Aunque la crisis ha acelerado las actividades de subcontratación de OEMs, las localizaciones de CM en México, Malasia y Hungría han perdido miles de empleos. Esto está acompañado por el incremento de competencia entre localizaciones baratas como México y Asia (Palacios 2001), o en particular en regiones como Malasia y China en Asia (Best 1999).

El problema es que las políticas locales del lugar pueden hacer poco relativamente para balancear estos riesgos. Una pregunta importante, sin embargo, es cómo los gobernantes locales en centros de fabricación de alta tecnología, pudieran convertirse en actores en el proceso de la globalización. Esta pregunta no ha sido tratada suficientemente en la arena política y académica. La competencia creciente entre regiones que están estrechamente intervinculadas a través de una red global de producción exige algunos mecanismos que pudieran evitar el impacto perjudicial del juego-suma-cero del incremento del subsidio público y reducciones fiscales e inversión en infraestructura por un lado y disminución de los estándares sociales y ecológicos por el otro (Mazurek 1999).

El descubrimiento de nuevas telecomunicaciones e infraestructura de información está ocurriendo en este contexto político. El internet no ofrecerá una rápida solución a alguno de los problemas de desarrollo económico involucrados en la actual división internacional de trabajo de alta tecnología. El crecimiento del e-comercio está planteando nuevos cuestionamientos concernientes a la estructura política de la producción global. La regulación de infraestructura basada en internet de B2B y de los estándares ecológicos y sociales implicados en e-comercio y componentes y partes electrónicas se está desarrollando como un problema importante para la gobernanza global (*global governance*).

Referencias

Aglietta, M. (1979) *A Theory of Capitalist Regulation. The U.S. Experience.* London/New York: Verso.

Bar, F. (1990) *Configuring the Telecommunications Infrastructure of the Future*. Ph. D. Dissertation: UC Berkeley.

Best, M.H. (1999) Cluster Dynamics in Theory and Practice: Singapore/Johor and Penang Electronics. *The Judge Institute of Management Studies.* Working paper No. 42.

Boyer, R. / Charson, E. / Jürgens, U. Y Tolliday, sincerely. (1998). Between Imitation and Innovation. The transfer and Hybridiza-

tion of Productive Models in the International Automobile Industry. Oxford / New York: Oxford University Press.

Borrus, M. (2000) The resurgence of U.S. electronics. Asian production networks and the rise of Wintelism . In: Borrus, M./Ernst, D./Haggard, S., (eds.) *International Production Networks in Asia. Rivalry or riches?* pp. 57-79. London: Routledge

Borrus, M. (1996) *Left for dead asian production networks and the revival of US electronics*, Cambridge, MA: MIT Japan Program, Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology.

Borrus, Michael/Zysman John (1997): *Wintelism and the Changing Terms of Global Competition. Prototype of the Future?* BRIE Working Paper 96B. Berkeley, Ca.

Callon/Latour 1981. FALTA.

Carnoy, M./Castells, M./Cohen.S./Cardoso, F.H. (1993) *The Global Economy in the Information Age. Reflections on Our Changing World.* University Park, Pa.: University of Pennsylvania Press.

Castells, M. (1996) *The Rise of the Network Society.* Oxford/Cambridge: Blackwell.

Chandler, A.D. (1962) *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*, Cambridge, Ma./London: Harvard University Press.

Coe, N. M. /Yeung, H. W. (1999): *Grounding Global Flows: Constructing an E-Commerce Hub in Singapore.* Paper presented to the conference on "Global networks, innovation, and regional development", University of California Santa Cruz. November 11-13, 1999.

Cohen, Stephen F./Zysman John (1987): *Manufacturing Matters. The Myth of the Post-Industrial Economy.* New York: Basic Books.

Coriat, B. (1979) *L'atelier et le chronometre.* Paris: PUF.

Dosi, G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technological change. *Research Policy* Vol. 11, pp. 147-612.

Dussel Peters, E.D. (2000) Conditions and Challenges of the Electronic Industry in Jalisco. *El Mercado de Valores*, Septiembre/Octubre, pp. 35-43.

Ernst, D. (2001) *The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks.* East-West Center Working Papers, Economics Series, No. 30. Honolulu.

Ernst, D./O'Connor D. (1992) *Competing in the Electronics Industry. The Experience of Newly Industrializing Economies.* Paris: OECD.

Esser, J./Lüthje, B./Noppe, R. (1997) *Europäische Telekommunikation im Zeitalter der Deregulierung. Infrastruktur im Umbruch.* Münster: Westfälisches Dampfboot.

Ferguson, C.H./Morris, C.R. (1993) *Computer Wars. How the West Can Win in A Post-IBM World*, New York: Times Books.

Fröbel, F./Heinrichs, J./Kreye, O. (1977) *Die neue internationale Arbeitsteilung.* Reinbek: Rowohlt.

Gereffi, G. (1999) International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of International Economics*, No. 48, pp. 37-70.

Gereffi, G./Korzeniewicz, M. (1994) *Commodity Chains and Global Capitalism.* Westport, CT: Praeger.

Havas, A. (2000) Changing Patterns of Inter- and Intra-Regional Division of Labour: The Long and Winding Road of Central Europe's Automotive Industry. In: Humphrey, J./Leclerc, Y./Salerno, M. (eds.) *Global Strategies and Local Realities: The Auto Industry in Emerging Markets.* Basingstoke: Macmillan.

Henderson, J. (1989) *The Globalisation of High-Technology Production.* London: Routledge.

Henderson, J. (1994) Electronics Industries and the Developing World. Uneven Contributions and Uncertain Prospects. In: Sklair, L., (Ed.) *Capitalism and Development.* London: Routledge.

Lüthje, B. (2001) *Standort Silicon Valley: Ökonomie und Politik der vernetzten Massenproduktion.* Frankfurt/New York: Campus.

Lüthje, B./Schumm, W./Sproll, M. (2002) *Contract Manufacturing: Transnationale Produktion und Industriearbeit im IT-Sektor.* Frankfurt/New York: Campus.

Magretta J. /Dell, M. (1998): The Power of Virtual Integration: An Interview With Dell Computer's Michael Dell, *Harvard Business Review*, March-February 1998, pp. 73-84.

Mazurek, J. (1999) *Making microchips: policy, globalization, and economic restructuring in the semiconductor industry.* Cambridge, Ma.: MIT Press.

Noble, D. (1984) *Forces of Production. A Social History of Automation.* Philadelphia: Temple.

Palacios, J.J. (2001) *Production Networks and Industrial Clustering in Developing Regions. Electronics Manufacturing in Guadalajara Mexico.* Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Radosevic, S./Yoruk.D.E. (2001) *Videoton: The Growth of Enterprise Through Entrepreneurship and Network Alignment.* University College London, Dept. of Social Sciences, Working Paper No. 4. London.

Roberts, B. (2000) Ready, fire, aim. E-business might be risky, but doing nothing is riskier. *Electronic Business*, July.

Sauer, D.D.V. (1994) Arbeit an der Kette - Systemische Rationalisierung unternehmensübergreifender Produktion. *Soziale Welt,* H. 2, Vol. 45, pp. 197-215.

Saxenian, A. (1994) *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128.* Cambridge, Ma./London: Harvard University Press.

Sayer, A./Walker,R. (1992) *The new social economy: reworking the division of labor.* Cambridge, Ma./Oxford: Blackwell.

SOLECTRON 2001. FALTA

Storper, M./Walker, R. (1989) *The Capitalist Imperative. Territory, Technology, and Industrial Growth.* Oxford/New York: Blackwell.

Sturgeon, Tim (1997): *Turnkey production networks a new American model of industrial organization?* BRIE Working Paper 92A, Berkeley, Calif.

Sturgeon, Tim J. (1999): *Turn-Key Production Networks: Industry Organization, Economic Development, and the Globalization of Electronics Contract Manufacturing*. Ph. D. dissertation, University of California Berkeley.

Technology Forecasters Inc. (2000) The Internet in the Future Factory, *Global Supply Chain Management*, April.

Uchitelle, L. (1994) The New Faces of U.S. Manufacturing. California's Vision of the Future: Thriving with fewer high-wage jobs. *New York Times,* July 3.

Periódicos y revistas

The New York Times (NYT)

South China Morning Post (SCMP)

Far Eastern Economic Review (FEER)

Electronic News (EN)

Austin American Statesman (AAS)

Ganándole al reloj. La respuesta corporativa al cambio rápido en la industria de cómputo[1]

James Curry
Martin Kenney

Introducción

La administración del tiempo preocupa cada vez más a las empresas hoy en día.[2] Los empresarios buscan comprimir los tiempos de desarrollo, de producción y de entrega y, si es posible, tratan de integrar estas operaciones dentro de un proceso dinámico e ininterrumpido. A menudo los tiempos de entrega son más importantes que los precios; la incapacidad para llevar partes o componentes, o incluso productos terminados, al lugar y en

1. Derechos reservados ©1999, por The Regents of the University of California. Publicado originalmente en California Management Review, Vol. 42, No. 1, pp. 8-36. Reproducción con el permiso de The Regents. Los autores agradecen a la Fundación Alfred P. Sloan el apoyo económico para la realización de este trabajo. Un evaluador anónimo hizo comentarios relevantes que indujeron a la reflexión. Los autores son los responsables por cualquier error en el texto.

2. La preocupación con la administración del tiempo no es enteramente nueva, Chandler (1990) demostró cómo una firma multidivisional fue organizada para hacer frente a nuevas tecnologías, e implícito en la organización estaba el manejo del tiempo. Landes (1983) discute el papel de relojes en la construcción del mundo capitalista moderno. O'Malley (1990) destaca la importancia de los ferrocarriles y el telégrafo en la estandardización de las mediciones del tiempo en los Estados Unidos. La aceleración del comercio contribuyó a una necesidad creciente de medir el tiempo con precisión. Poco después, Frederick Taylor empezó el estudio formal del tiempo en la producción, en un esfuerzo por aumentar el producto de los trabajadores. Los esquemas de producción Justo a Tiempo reconocen explícitamente la necesidad de administrar el tiempo.

el tiempo indicados puede causar cuellos de botella que afectan toda la cadena de valor y conduce a pérdidas considerables. Compañías como Federal Express y UPS han sido muy exitosas en expandir su ámbito de operaciones desde la simple entrega de paquetería a todo un servicio de logística y administración de tiempo/espacio para las empresas. Además de acortar la duración de operaciones clave, las empresas deben lidiar con el problema relativo a la cada vez más rápida obsolescencia tanto de los productos como del conocimiento contenido en ellos (Kenney y Curry 1998). En el emergente ambiente industrial caracterizado por ritmos crecientemente rápidos en nuevos desarrollos y cada vez más cortos períodos de entrega y producción, las empresas más lentas son fácilmente superadas por otras experimentando serias dificultades (D'Aveni 1994). La creación o mejoramiento de estrategias para abordar la dimensión temporal de la administración de empresas es un tema de gran importancia en la última parte de los años noventa del siglo pasado (Stalk y Hout 1990; Blackburn y Blackburn 1990; Fine 1998).

La industria de la computadora personal (PC) ilustra la importancia creciente del tiempo en la producción y la distribución. Desde sus comienzos, la industria de la PC se ha caracterizado por un rápido ritmo de cambio (Bourgeois y Eisenhardt 1988). Dell Computer se ha referido a este ritmo de cambio como "velocidad" (McWilliams 1997).[3] Como ejemplo de la situación actual, los ciclos de vida de los productos en la industria de cómputo eran de aproximadamente un año a mediados de los ochentas pero en 1999 ya se habían reducido aproximadamente a tres meses.[4] Los cada vez más reducidos ciclos de vida de los modelos es sólo una manifestación del aumento en ese ritmo de cambio. De acuerdo con Michael Dell, fundador de Dell Computer, en 1998 el costo de los materiales descendía a razón de 50 % al año. De 1997 a principios de 1999 este descenso se agravó por la dramática caída de los precios de las memorias DRAM y los discos duros, así como la entrada al mercado de clonadores del microprocesador Intel Pentium, lo cual forzó a Intel a responder con un paso más rápido de reducción de precios. Las partes y componentes de una PC comparten atributos con productos perecederos tales como frutas frescas y verduras, o bien ropa de gran moda (Shih, 1996). En la industria de la computadora personal, más que en cualquier otro segmento del mercado de cómputo, el precio y el tiempo están íntimamente conectados.[5]

3. Este trabajo se enfoca en equipos ordinarios PC IBM. Las computadoras Apple no se discuten porque tienen solamente un 6% de participación en el mercado, por lo que resulta irrelevante para la industria de cómputo en su conjunto.

4. Es importante tener cuidado cuando se interpreten los ciclos de vida de un producto en la industria de PCs. Aunque la vida de un modelo puede ser de sólo tres meses, actualmente el modelo máximo a menudo se convierte simplemente en un producto de nivel medio más que un producto obsoleto cuando se introduce el nuevo modelo.

En contraste con las complejas tareas y decisiones que enfrentan muchas empresas de componentes de PCs, la sencillez en su ensamble y la facilidad con la cual las piezas necesarias se pueden comprar en el mercado han creado un mercado de escasas barreras para empresas ensambladoras de PCs. Esto significa que los suministros, la comercialización y la logística son los vínculos más importantes en la cadena de valor que los ensambladores de PCs pueden manipular para crear ventajas únicas. Podría esperarse que en ese contexto las ganancias fueran casi inexistentes, pero no es así. El negocio de las PC puede ser altamente rentable, si bien es difícil de penetrar como lo han podido comprobar muchas compañías japonesas, coreanas y estadounidenses. Los pasos en falso pueden ser fatales: los excedentes de inventario se deprecian rápidamente y resultan en pérdidas cuantiosas, al tiempo que la incapacidad para llevar los productos más nuevos al mercado igualmente se traduce en pérdidas sustanciales. De esta manera, la administración del tiempo ha llegado a ser la clave del éxito y la supervivencia.

5. La velocidad de cambio en la industria de PCs resulta del rápido ritmo de innovación tecnológica en los componentes. Sorprendentemente los ensambladores de PCs, aunque absolutamente dependientes del cambio técnico; tienen gastos extremadamente bajos de investigación y de desarrollo (I&D). Los proveedores realizan la I&D y desarrollan nueva tecnología. Por ejemplo, en el ejercicio fiscal 1997 Dell gastó el 1.62 % de ventas en I&D y Compaq 2.25 %.

Este trabajo examina la dinámica de la devaluación del producto en la industria de PCs y la manera en que las empresas han reinventado o cambiado su modelos de negocios en un mercado competitivo cada vez mas sensible al tiempo. Nuevos modelos de empresas están siendo introducidos constantemente. Por ejemplo, los ensambladores por pedido introdujeron un nuevo modelo de comercio que obliga a la industria entera de la PC a replantear la manera de administrar la cadena de valor. Es probable que el siguiente paso sea la introducción de sistemas de compra basados en Internet. Simultáneamente, los antiguos modelos de empresas han sido sometidos a presiones severas.

La industria de cómputo es un caso crítico de estudio ya que la PC es el aparato central en las redes para organizar el trabajo de una proporción creciente de la fuerza de trabajo. La primera sección ofrece una perspectiva general del entorno estructural de la industria de cómputo, por ejemplo, las características principales del mercado de PCs y la historia de la reducción de precios. El énfasis principal de la administración temporalmente orientada es hacerle frente a los problemas del rápido descenso de precios de los componentes. Esto consiste no solamente en encontrar eficiencia en el proceso de ensamble en la fase de producción, sino que también en una continua evaluación y mejora del sistema de logística en su conjunto, desde la coordinación de la producción y entrega de componentes y otros insumos hasta el manejo de la entrega del producto final a los consumidores.

La segunda sección contiene una discusión general de la logística de la industria de cómputo, y esboza las tres tendencias básicas de los modelos de negocios en dicha industria. La tercera sección cubre los sistemas globales de logística que introdujeron fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) taiwaneses tales como Acer, First International Computer, y Mitac. La cuarta sección analiza el surgimiento del modelo de canal de ensamble, tanto como una alternativa paralela al modelo OEM así como una respuesta directa al altamente exitoso enfoque de mercadeo de Dell Computer y Gateway, el cual es

examinado en la quinta sección. El éxito del modelo de mercadeo directo en general y el de Dell en particular no solamente representa un reto competitivo significativo, sino que además proporciona la más poderosa ilustración del papel central que juega el manejo de la dinámica temporal en la industria de cómputo personal. La sexta sección proporciona una discusión mas detallada de los aspectos específicos del sistema Dell y su relevancia competitiva y conceptual.

1. Entorno de la industria de PCs

La industria de PCs tiene dos características fundamentales. Primero, la naturaleza por módulos de producción de PCs y la disponibilidad de los componentes en el mercado abierto ha guiado a una competencia hacia cada etapa de la cadena de precios. Segundo, el alto índice de innovación de producto, especialmente en semiconductores y almacenamiento magnético, los ensambladores deben actualizar sus productos tan rápidamente como sea posible o arriesgan pérdidas en sus PCs conteniendo antiguos u obsoletos componentes.

La primera característica, de naturaleza modular de la PC, es un legado de la decisión de compra de la IBM, el microprocesador y el *software* del sistema operativo de los vendedores externos (Langlois y Robertson 1992). La IBM decidió subcontratar por varias razones, la más importante fue el deseo de desarrollar e introducir la PC rápidamente, y la necesidad de escapar a la estructura de alto costo de la IBM y la pesada burocracia (ver Chposky y Leonsis 1988). Después de esta decisión, los intentos de la IBM para restablecer el control vertical se vino a ceros. Así que la tradicional decisión de "hacer o comprar" para sus componentes estaba disponible solamente antes de la introducción de la PC. Después que las PCs estuvieron por lo general disponibles, su configuración se llego a convertir en un estándar abierto. Por supuesto que no todos los componentes de las PCs son abiertos. La dependencia de los ensambladores con

otra empresa en la cadena de valor ha creado oportunidades para "mantener" proveedores privilegiados en la cadena de valor (los dos más notables son Microsoft e Intel).[6] Reestableciendo su posición, han sido fabulosamente rentables. Sin embargo, han sido cuidadosos para no explotar su posición a tal grado que los clientes tomen otros sistemas operativos o diseños de microprocesador.

La naturaleza modular de PCs significa que las especificaciones para vincular varios componentes están libremente disponibles. Además, ninguna compañía en la cadena de precios de las PC integra la cadena entera y con la excepción del sistema operativo del *software* (Microsoft) y, en menor medida, los microprocesadores (Intel, AMD, Cyrix, Integrated Device Technology), existe competencia en cada segmento de la cadena. En otras palabras la cadena de valor es desagregada. Esto no significa que no hay integración en la cadena de valor; por ejemplo la IBM ensambla PCs y produce discos duros y algunos circuitos integrados. A pesar de esto, incluso IBM adquiere la mayoría de sus componentes. Un ejemplo de naturaleza complicada de la situación es el hecho que la IBM produce, vende y compra unidades de disco duro (McKendrick 1997).

Una PC es ensamblada como resultado de una combinación de componentes fabricados separadamente con pocas herramientas simples. El costo del trabajo directo en un ensamblado final es generalmente menor al 5% del costo total de una computadora personal o estación de trabajo (*workstation*) (Warnke 1996). En el caso de Dell, el ensamblaje del *hardware* sólo dura aproximadamente 10 minutos del total del proceso de 4 horas; quemar y probar consume más de la mitad del tiempo total (Maglitta 1997). Todos los componentes requeridos para el ensamble de una PC están fácilmente disponibles en el mercado abierto para individuos o ensambladores comerciales de PC, pero los descuentos en volumen son considerables. Ante la relativa facilitad de entrada al mercado, la falta de economías de escala o barreras de propiedad intelectual y la simplicidad de la producción existe poco valor agregado en el proceso de ensamblaje.

6. Bresnahan y Richards (1998) califican esto como "competencia vertical".

Los ensambladores finales aparentan tener una excelente posición porque pueden confiar en las capacidades externas de sus proveedores de componentes (Langlois 1990); es decir, los ensambladores no necesitan invertir en investigación. Aun así, con poca investigación y desarrollo, poca propiedad intelectual protegida y sin un control fuerte de mercado, los ensambladores son vulnerables ante proveedores de componentes claves como Intel y Microsoft, los cuales tienen una poderosa habilidad para afectar la condición de la empresa ensambladora, tal y como lo sufrió Intergraph Inc. (1998) descubrieron en su conflicto con Intel. Ejemplos de este poder son la reticencia de los ensambladores de la PC para atestiguar contra Microsoft en el litigio en Washington y las amenazas de Intel para no vender microprocesadores a empresas con la que se encuentra en disputa, como en litigios de patente. En este ambiente los ensambladores tienen dificultades para desarrollar un núcleo significativo de competencias basadas en investigación o manufactura.[7]

La segunda característica esencial del mercado de PC es en su rápida tasa de cambio. La forma más simple de cambio es la introducción de componentes nuevos. En el pasado, la tardanza para incorporar los componentes más nuevos los llevó a una perdida rápida de participación en el mercado. Por ejemplo, la decisión de IBM de cambiar gradualmente de del microprocesador Intel 80286 al 80386 permitió a Compaq introducir primero el nuevo procesador, en septiembre de 1986, y a considerables aumentos en la participación de mercado (Carroll 1993). Sobreprecios casi siempre están concentrados en los componentes más nuevos (y las computadoras que los contienen), así que los proveedores están motivados a innovar y luego hacer todo lo posible para empujar las nuevas presentaciones en los canales lo más pronto posible. Los ensamblado-

7. Para una discusión de este problema desde una perspectiva ligeramente diferente, véase Borrus y Zysman (1997).

res están ansiosos de incorporar la última tecnología en sus sistemas, tanto debido al mayor margen en sistemas de punta y el deseo de sus clientes de utilizar el más reciente software de PC. Esto significa que ganar aceptación en el mercado por componentes nuevos generalmente no es difícil. Desde la introducción de la IBM PC en agosto de 1981 ha habido un gradual pero perceptible aumento en el paso del cambio.

Como un producto de ensamble modular, el paso del cambio, tanto técnicamente como económicamente, se maneja por sus varios componentes. Constantes mejorías dramáticas en el rendimiento por el mismo precio se explican por el hecho de que dos de los componentes más valiosos en una PC, semiconductores y la unidad del disco duro (HDDs), son sujetos a una extremada y rápida mejora tecnológica. La primer y más conocida mejora dinámica es descrita por la Ley de Moore, la que señala que el rendimiento de semiconductores se duplicará aproximadamente cada 18 meses.[8] Además, el nuevo *chip* se venderá aproximadamente al mismo precio que el chip con la mitad de capacidad vendida 18 meses antes. Intel, el productor principal del microprocesador, ha hecho un desarrollo rápido de la generación del nuevo producto en subgeneraciones en la piedra angular de su modelo de empresa (Clark 1995).[9] De igual forma, en la década de los noventa el costo por mega bite del almacenamiento magnético de discos duros experimentó una caída aún más rápida, debido a que la densidad real del almacenamiento de los datos se duplicó cada 17 meses (McKendrick 1997). De nueva cuenta, los fabricantes de discos duros desarrollaron un modelo de cobrar aproximadamente el mismo precio por sus nuevas presentaciones ($300-400 dólares por ventas al mayoreo) y progresivamente menos por sus modelos viejos. Considerando los ajustes en los rendimientos, los precios están constantemente colapsándose (Jonas 1998).[10]

8. Gordon Moore es uno de los fundadores de Intel, la compañía mundial más grande de semiconductores y el productor más importante de microprocesadores para PC.
9. La estrategia de Intel era vender su microprocesador más nuevo y rápido a precios muy elevados. Al introducirse modelos más rápidos, los precios para los modelos anteriores se reducen significativamente.

Ha habido solamente unos cuantos estudios en el descenso de los precios de varios componentes de PC. Para los semiconductores usados en las PCs, Grimm (1998) encontró que desde 1985 a 1996 la tasa promedio anual de descenso en los precios de microprocesadores por transistor fue de 35 %, y por los chips de memoria, la tasa fue de –20%. Para el mercado de los discos duros de la PC durante 1980 a 1989, la tasa de crecimiento promedio anual fue de –30.3% (Christensen 1992). Por lo tanto, más del 50 % del costo total de la PC se encuentra en una continua y dramática trayectoria descendente.

Dado que varios de los componentes más críticos están constantemente cayendo en valor, no debería sorprender que el precio, ajustado por el rendimiento, de una PC ensamblada también disminuya. En un estudio de un número diferente de modelos de PC desde 1982 hasta 1988, Berndt y Griliches (1993) encontró que los precios bajaban entre el 20 y 41 % al año sobre la vida de un modelo. Basado en datos a inicios de la década de los noventa, Steffens (1994: 254) mostró que los descensos eran más rápidos en los modelos de PC recientemente introducidos y menores en los modelos antiguos, la mayoría de los cuales ya no son producidos por las compañías de más alto nivel.

La tendencia persistente a bajar de precio los componentes de tecnología más intensa, dado un rendimiento específico, es muy difícil de controlar. Sin embargo hay períodos de inestabilidad extrema en los precios debido a la sobrecapacidad en ciertos componentes o a la creciente competencia en un segmento particular de un componente. Para el ensamblador de PC esto significa que los problemas de inventario van más allá de simplemente tener capital en proceso y costos de almacenamiento. Ellos exponen a los dueños no sólo la tradicional re-

10. Hay varias causas para la caída de estos precios, pero uno de los orígenes más importantes se origina en el rápido progreso de la tecnología en la industria de semiconductores y HDD (para semiconductores ver Hatch 1996; para discos duros ver Terwiesch et al. 1997).

ducción, sino que además el riesgo asociado con más descensos impredecibles de precios.[11]

Para obtener un mejor entendimiento de la situación actual, es útil ver cómo la innovación técnica, la erosión de precios, y las empresas nuevas de PCs han evolucionado durante la década de los ochenta y noventa. En los ochenta IBM fue la fuerza dominante en fijar precios como pago por la marca y fue capaz de extraer una renta de los clientes mediante beneficios de operación netos de 18% (*Business Week* 1992). Compaq fue capaz de establecerse como un competidor con calidad comparable, pero costos ligeramente inferiores (Whiting 1989).[12] Sin embargo, la mejora de calidad y la garantía de compatibilidad simplificaron la entrada al mercado para productores de segundo nivel, especialmente en el mercado de menor valor agregado. Ellos fueron capaces de ofrecer precios considerablemente inferiores y aún así ser rentables porque Compaq tenía un sobreprecio de 67% sobre una PC de Gateway en 2000 (*Business Week* 1992).

En 1992 Compaq respondió a competidores de bajos costos mediante la reducción de sus ganancias y gastos de ingeniería de su cadena de valor. Después de esta decisión, se desarrolló un régimen nuevo de precios, en el cual fue en gran parte aceptado que los clientes de esas empresas gastarían aproximadamente $3,000 dólares por un sistema capaz de correr el *software* más reciente, y que sería obsoleto en aproximadamente 2 años, debido a que nuevas aplicaciones de *software* harían a la PC muy lenta. Así el precio para una computadora de primera calidad se mantuvo relativamente constante en aproximadamente $2,500 a $3,000 dólares, aunque su rendimiento mejoró continuamente. Este fue un entorno estable que permitió que empresas estima-

11. Los ejemplos de crisis varían. Por ejemplo, el colapso de 1997 del sistema monetario y económico coreano incitó a las empresas coreanas a inundar la economía mundial con *chips* DRAM a precios devastadores. Cualquier fabricante que estuviera manufacturando PC con DRAMs inmediatamente perdió valor. Asimismo, cualquier acontecimiento que retarde la compra al por menor afecta a los fabricantes de la PC porque el inventario continúa su caída inexorable en valor.

12. Además ofreció el primer ordenador de maleta compatible con IBM.

ran sus precios para establecerse en los rangos de precios de máquinas específicas. Para los ensambladores de computadoras, el grueso de sus beneficios provino de máquinas de alto valor agregado que los clientes requirieron para poder usar los cada vez más grandes y lentos paquetes de *software*.[13]

La extrema presión competitiva provocada por el relativamente abierto mercado de las partes y componentes de PC ha llevado a una generalizada presión a la baja de precios de las PC. Gran número de compañías ocupan varios nichos de mercado de componentes tales como tarjetas madres, tarjetas de video, sonido y de red; por ejemplo, globalmente hay casi 100 compañías produciendo tarjetas madre (Curry 1998). Otros componentes, tales como los *chips* de memoria o las unidades de disco duro, son producidos por un pequeño número de empresas; pero estas compañías además se encuentran en una competencia desesperada. Por ejemplo, la industria de HDD, la cual consiste en menos de 10 competidores principales, sufre de largos períodos de grandes pérdidas debido a la sobreproducción y concomitante con la presión de precios. A finales de 1997 Seagate, el líder del mercado, tomó $250 millones de dólares de comisión en el 4° cuarto de 1997 para desemplear a 10,000 trabajadores por la sobreproducción (*C-Net* 1998). En 1997 también los microprocesadores, principalmente dominados por Intel, experimentaron descensos de precios más rápido de lo esperado debido a la introducción del microprocesador completamente compatible clonado por Advanced Micro Devices (el chip K6 MMX) y Cyrix (6x86 MX chip). Este microprocesador, comparable en rendimiento a los que ofrece el Intel, se vende a precios más bajos. Advanced Micro Devices (AMD) prometió vender por debajo de un 25% del precio de Intel para partes comparables (Spang 1998a). En respuesta, Intel estuvo obligada a acelerar su patrón regular de reducción de precios (*WSJ* 1997a). La única compañía no obligada a entrar a esta guerra de precios fue Microsoft.

13. En este sentido los "programas hinchados" ("*bloatware*") fueron excelentes para la industria de PCs.

A finales de 1996 otra descontinuación importante ocurrió en el mercado de PC: Packard Bell, y entonces Compaq, presentó una PC capaz de manejar todos los software's populares por menos de $1,000 dólares. El costo promedio por sistema vendido experimentó una erosión rápida, mientras el precio caía de $1,800 dólares en promedio en menudeo por PC a casi $1,000 dólares. En abril de 1999, las PCs con precios inferiores a $1,000 participaron con el 68% de todas las PC al menudeo, mientras que la categoría inferior a $600 dólares aumentó muy rápidamente (StoreBoard 1999). La categoría de de precios inferiores a $1000 dólares fue posible por el desarrollo de los clones del microprocesador Intel Pentium de AMD, Cyrix y la reducción de precios de memoria y discos duros por IDT También ya se anticipaba la realización del mercado de precios inferiores a $400. Esta discontinuidad ocurrió porque se desmoronó la relación entre las constantes aplicaciones nuevas y grandes de *software* y la mejora en el desempeño del *hardware*. Tan pronto como cesó la demanda de nuevo *software* de procesamiento rápido, también desapareció la demanda por máquinas de alto rendimiento con costos aproximados de $3,000.[14]

La velocidad de cambio no se ha reducido, aunque su carácter ha cambiado en algún grado. Mientras que en el caso de los microprocesadores una velocidad espectacular ha sido su objetivo, fue de menor importancia el ya existente objetivo de integrar más funciones a un mismo chip en un microprocesador, las que anteriormente se encontraban en chips separados (el denominado "*system-on-a-chip*"). Por ejemplo el chip Cyrix Media GX integró algunas funciones de *hardware* de gráficas y multimedia dentro del microprocesador y el *chip* principal. La eliminación de chips separados redujo costos, simplificando aún más el PC y a menudo aumentando su velocidad total. En 1998 varios productores de sistema, notablemente Compaq y Hewlett Packard, vendieron PCs usando la Media GX entre $499 y $999 dólares (Takahashi y Ramstad 1997; Halfbill 1998; *WSJ* 1997b).

14. La excepción aquí es el mercado del servidor, donde el dramático aumento en el tráfico de Internet está aumentando la demanda de más PC basados en Wintel.

La reducción de precios en 1997–1998 fue posible por cuatro desarrollos sincronizados en los componentes. Primero, la sobrecapacidad en DRAMs causó una amarga guerra de precios; el precio por mega bite de memoria cayó en 62 % durante 1997 y continuó cayendo en 1998 (Spang 1998b). Segundo, la sobreproducción en discos duros disparó otra brutal guerra de precios; los precios de la unidad de disco de servidor (de 9 giga bites o más) cayó de aproximadamente $11 centavos por mega bites en 1996 a $5 centavos por mega bites a principios de 1998 y se esperaba que fuera de $3 centavos en 1999 (Gabel 1998). El tercero y más importante, tres productos de microprocesadores compatibles de Intel, AMD, Cyrix, y IDT introdujeron microprocesadores más baratos en los segmentos de precios menores. La razón final fue que la más nueva aplicación, la navegación en Internet, no requirió una PC más rápida.

Los componentes estándar de una PC, tal es el caso del ratón, el teclado y la unidad de disco flexible, mostraron una mejoría mucho más lenta en el descenso de los precios. Por ejemplo en octubre de 1986 una unidad de disco flexible costaba $147 dólares al menudeo, pero en enero de 1994 había caído a $59 dólares y fue reemplazada por la unidad de disco flexible de 1.44 mega bite, la que costó $39 dólares en octubre de 1997. El descenso total de precio fue de solamente 73.4% en 11 años. Las fuentes de poder experimentaron una caída en su precio insignificante, especialmente cuando se la considera con respecto al costo total del sistema. En 1986 una fuente de poder 150 Watts costaba $85 dólares, más recientemente el promedio por menudeo de un suministro una fuente de poder de 250 Watts (vendida con una funda) costaba entre $ 30 a $60 dólares, dependiendo de la medida de la funda. Para todos estos componentes hubo cambios técnicos menores y limitadas mejorías en el rendimiento. El ahorro en los costo de tales componentes básicos

proviene de la reducción del costo de la mano de obra, economías de escala y mejoras pequeñas en el diseño.

La cadena mercantil de PCs inicia con una variedad de productores de componentes; cada uno especializado en un componente particular, generalmente distribuido en el mercado abierto o para ensambladores OEM. Los componentes diversos proporcionan diferentes niveles de valor al sistema terminado. Con excepción del *software* del sistema operativo, los componentes de mayor valor tienden a ser más sensibles al tiempo y están sujetos a rápidas fluctuaciones de precios. Estos componentes exponen a ensambladores del sistema a posibles pérdidas si los precios caen rápidamente.

Una cadena de valor desagregada y un producto modular significan que es en el interés de cada parte de la cadena de valor, alentar nueva competencia en otros segmentos de la cadena de valor. Así, por ejemplo, Microsoft está satisfecha de certificar microprocesadores fabricados por competidores de Intel como Microsoft-compatible, esperando que los precios del microprocesador caiga y por consiguiente atraiga a más consumidores en el mercado. Intel, por otro lado, estaría satisfecho de tener otros sistemas operativos, porque eso pondría la presión en los precios de Microsoft.[15] En una cadena de valor desagregada las empresas de cada segmento hacen todo posible por alentar los precios más bajo en los otros segmentos, en un esfuerzo por bajar el precio final y aumentar el volumen. A diferencia de la integración vertical clásica, en que el mando financiero se ejerce sobre insumos y los canales de distribución para extraer valor del proceso completo y la innovación se concentra en nodos de plantas centralizadas, la desintegración vertical del sistema de producción agórico de PCs significa la competencia en prácticamente todas las partes de la cadena de valor. Por supuesto, los ensambladores finales intentan presionar a la baja los precios de los componentes para aumentar las ganancias que ellos pueden realizar.

15. Tristemente para Intel y cada otra compañía en la cadena de precio de la PC, el *software* de sistema operativo de Microsoft parece ser particularmente invulnerable a la clonación.

El ambiente competitivo de los ensambladores PCs es particularmente difícil debido al alto nivel de riesgo del decreciente valor del inventario y caídas de precios, siendo que ambos están totalmente fuera del control de los ensambladores. Una PC ensamblada actualmente es un *commodity* considerablemente indiferenciado en el sentido que la diferencia en la calidad, diseño, e incluso la eficiencia manufacturera es mínima.[16] Hay dos enfoques estratégicos básicos que los ensambladores de PC pueden utilizar para tratar esta situación. El primero de éstos es agregar el valor a través de la provisión de servicios auxiliares, tradicionalmente la integración de sistemas vinculados con los servicios, pero más recientemente paquetes de *software* y servicios para el mercado de consumidores. Este acercamiento está probablemente mejor ejemplificado por IBM, la cual proporciona una amplia gama de servicios que incluyen sistemas de Internet preconfigurados y de comercio electrónico, *software* de servicio comercial (incluyendo los servicios de intercambio-tipo de datos electrónicos como las de Lotus Notes) y una amplia gama de instalación de sistemas de consulta de información. Compaq ha intentado extender su oferta relacionada a servicios, así como di-

16. La cuestión de la diferenciación de producto es bastante interesante en la industria de la PC. Dentro del estándar de la IBM, el cual es el tema de este documento, hay esencialmente una arquitectura estándar: sistemas del CPU de Intel que funcionan con *software* del sistema operativo de Microsoft. En cuanto que la arquitectura de "Wintel" es un sistema abierto que presenta una posición dominante en el mercado, los diversos productores de componentes y aplicaciones de *software* deben vender productos que se ajusten a este estándar. Los puntos primordiales de diferenciación se refieren a velocidad del CPU, a la cantidad de memoria, al paquete del *software*, y a la percibida calidad y reputación del vendedor. En los últimos años algunos productores han intentado distinguir sus productos con el diseño de la caja, en la mayoría de los casos con un diseño sofisticado, un color diferente al beige básico, o agregando características especiales o altavoces integrados al monitor. Incorporando Uno de los caminos posibles que los ensambladores de una PC podrían tomar para diferenciar sus productos, es el sonido de alta calidad y el video, aunque está limitado por la demanda del mercado y por sistemas de precios bajos. Un productor de PCs que ha tratado este acercamiento, Sony, se ha encontrado con éxito muy limitado. Otro acercamiento es configurar los sistemas para segmentos de mercado definidos ampliamente, es decir, sistemas domésticos (sistemas de juegos), pequeños sistemas de oficina o sistemas de mercado corporativo. Las PCs, aunque fácilmente adaptables, son esencialmente *commodities*, lo que significa que los ensambladores con éxito son los que pueden producir en masa una amplia gama de configuraciones por encargo y ponerlos en el mercado rápidamente.

versificar sus ofertas de productos en el mercado de servidores de mayor valor a través de la adquisición de Digital Equipment Corporation (DEC) el año pasado (Ramstad y Auerbach 1998). La estrategia concomitante en el espacio del consumidor se centra alrededor de los paquetes de PCs con servicios adicionales, lo más importante, con conexión del Internet. Procurando mantener o ampliar la participación de mercado, particularmente entre compradores nuevos de computadora, la mayoría de los ensambladores de la PC están ofreciendo, o están considerando ofrecer, servicio del Internet como parte de la compra de una PC. La estrategia más reciente ha sido cargar el precio completo del servicio de Internet y "regalar" la PC. Se reconoce aquí la aplicación "prometedora" es la habilidad de navegar en el Internet, y no las otras aplicaciones de la PC. Además muchos ensambladores de la PC están creando, o están incorporando relaciones estratégicas con portales de Internet y comerciantes minoristas de Internet. La idea es vender una gama de servicios y de productos con márgenes más altos que el *hardware* del sistema y acumular repetido comercio con los consumidores cautivos en los servicios basados en Internet empaquetados con el sistema.[17] Recientemente varios ensambladores de PCs han ofrecido rebajas a los clientes que acuerdan entrar en contratos de servicio de tres años del Internet con una ISP seleccionada. Por ejemplo, la empresa coreana E-machines tiene un convenio con AOL-Compuserve. Compuserve reembolsará aproximadamente la mitad ($400) del costo de una PC de E-machines en el intercambio por un contrato de servicio de largo plazo. Recientemente E-machines se ha convertido en el numero tres de los comerciantes minoristas de PCs en los EE.UU. (CNET 1999).

El grado de confiabilidad del producto, de los servicios, y del apoyo diferencian a las PC, pero más allá de la publicidad y de la marca, el segmento principal de la cadena de precios que

17. Esta es una variación de la estrategia de Microsoft de proporcionar servicio de Internet con vínculos de suscripción, ambos, al propio servicio (MSN), o al servicio de Internet proporcionado por sus socios en el monitor de Windows.

el ensamblador puede controlar es la logística o, en una palabra, tiempo. El segundo acercamiento estratégico, entonces, es desarrollar sistemas logísticos de alta velocidad, particularmente por el lado de la distribución del proceso. Este acercamiento estratégico es el foco del resto de este documento.

2. Logística: respuesta de los ensambladores

La competencia intensa tanto en los componentes como en los mercados de PC acabados ha creado una situación en la cual la logística altamente eficiente, o más abstractamente, la gerencia eficiente del tiempo y del espacio, se ha convertido en la condición indispensable de la competencia. Los productores/vendedores más conocidos y convencionalmente más orientados a las PC como IBM, Hewlett Packard, Compaq, Packard Bell y AST se han enfrentado con las dificultades inherentes en el modelo del negocio basado sobre eficientemente montar las PC o usar una OEM y después enviar las PC de la fábrica a través de un sistema convencionalmente estructurado de la distribución al por menor. Tal modelo funciona para la mayoría de los productos tradicionales, pero tiene desventajas significativas en la rápida y cambiante industria de la PC. La industria de la PC está evolucionando de un modelo convencional donde los ensambladores confían en un sistema justo a tiempo para el manejo de los lujos de las partes y componentes en un sistema de distribución estándar en tres niveles (*standard three-tiered distribution system*) a un modelo donde la cadena de valor entera, incluyendo el cliente, se maneja sobre una base justo a tiempo (véase el cuadro 1). El bajo valor agregado en el sistema de ensamble y la tendencia constante a la baja de los precios de las partes y componentes requieren que los ensambladores encuentren formas más rápidas de ensamblar sistemas y de venderlos a los clientes.

La concentración de la innovación directiva y logística ha cambiado de encontrar economías más eficientes en un espacio moderado, generalmente delimitado geográficamente (es decir,

CUADRO 1: Estrategias básicas de sistemas de producción de PC

Tipo	Características	Principal palanca de valor	Ejemplos
Producción estandarizada en masa	Insumos enviados a la planta central; producción planeada a largo plazo (mensual); productos vendidos mediante canales estándares.	Economías de escala tradicional; identidad de marca	IBM, Compaq, Packard Bell
Logística Global	Insumos ensamblados en centros de logística dispersos; producción planeada en el medio y corto plazo (meses o semanas); fabricantes OEM envían directamente al mercado, desviándose de los clientes de OEM	Logística de insumos y distribución en escala global	Acer, FIC, Mitac, Tatung
Revendedores de valor agregado (RVA)	Centros de cuasi-logística para producción estandarizada en masa; manejan exceso de capacidad para productores en masa; manejan servicios, integración y configuración para grandes cuentas; canal minorista alternativo	Logística de distribución, servicio	Micron, Microage
Productores locales en pequeña escala (usualmente considerados parte de la categoría RVA por la prensa de la industria)	Pequeñas tiendas locales; algunos con cuentas relativamente grandes; en su conjunto participan con aprox. el 25% del mercado según algunas estimaciones	Conocen el mercado local; los mejores en servicio al cliente; tecnología fresca y configuraciones fácilmente masificables; bajos costos fijos	
Productores japoneses	Similar a producción estandarizada en masa; se orienta a mercados de alto valor; alta identidad de marca	Marca; diseño orientado al consumidor; integración vertical parcial de algunos componentes	Sony, Toshiba
Mercadeo directo	Insumos ensamblados en plantas centrales; planeación de la producción según pedido; productor envía directamente a cliente minorista	Alta eficiencia en subcontratación/ producción; diferencial en la baja del precio del componente; algún grado de economía de escala	Dell, Gateway 2000

FUENTE: Curry y Kenney.

una sola fábrica), a un manejo eficiente no solamente de la logística de suministro, pero de la logística de distribución también. El movimiento de replantear logística no ha sucedido en un vacío; es una estrategia adaptativa en respuesta a, o hecha posible por, las ventas del teléfono y de un sofisticado sistema de entrega de punto a punto, tal como Federal Express, la cual está revolucionando los sistemas de la distribución (Lappin 1996). El intercambio de información electrónica y otras tecnologías sofisticadas de la comunicación y de la coordinación de la manufactura permiten la creación de la producción integrada altamente interconectada e interactiva.

Considerando la gran variedad de componentes fácilmente disponibles e intercambiables que constituyen una PC, existen muchas maneras posibles de organizar la cadena de valor. En sistemas de producción tales como para los automóviles, el mercado para los componentes se circunscribe relativamente; un ensamblador utiliza algunas piezas disponibles, pero muchas piezas se diseñan expresamente para determinado modelo. En contraste, la producción de la PC es un sistema agórico, capturado quizás mejor por la metáfora de una red que por la noción de una cadena. La cadena de valor no tiene ninguna entidad que controla (en el sentido de Williamson), aunque, como es mencionado anteriormente, la ganancia aumenta para aquellos proveedores de componentes que ocupen los nodos críticos en la red, por ejemplo, los productores de los componentes cruciales, tales como Intel y Microsoft. Desde que el valor agregado en ensamble es mínimo, la mayoría del valor contenido en una PC acabada está incorporado en sus componentes. Los ensambladores de la PC pueden agregar un cierto valor, desarrollando configuraciones de sistema confiables y probados, proporcionando el apoyo y el servicio técnicos y creando una imagen de marca de fábrica confiable.[18]

18. El mercado abierto para componentes, puesto a la venta cada vez en mayor medida con sus propias estrategias de marca, es también de alguna manera problemático para los ensambladores de marca de PC. Sony, una empresa con una de las identidades de marca más fuertes en la electrónica de consumo, se ha encontrado con dificultades considerables en la transferencia de la identidad de su marca en el mercado de PCs.

La producción de PC está globalizada en la medida que las cadenas de proveedores de componentes están dispersos geográficamente, aunque en muchos caso estas cadenas están dominadas por las empresas y tecnología de Estados Unidos. La cadena mercantil de la PC consiste en las empresas multinacionales estadounidenses, japonesas, coreanas y taiwanesas que producen unidades de disco duro, unidades de disco flexibles, unidades de CD-ROM, monitores y *chips* de memoria, etc. Además, existen aún empresas más pequeñas que producen tarjetas madre video, tarjetas de video y sonido, tarjetas de red, teclados, fundas, etc. en localizaciones tales como Taiwán, Hong Kong y Singapur. Los mercados para PCs también están globalizados, pero, de nueva cuenta, el mercado de los Estados Unidos es el más importante. El hecho que Estados Unidos fue el primer promotor y el adaptador de tecnología de PC en gran escala, junto con el tamaño del mercado estadounidense, ha puesto a los ensambladores estadounidenses en una posición de líder. Seis de los principales nueve productores de PCs según sus ventas brutas están establecidos en Estados Unidos (véase el cuadro 2)[19]. En términos de unidades, en 1998 NEC/Packard Bell había caído al quinto lugar, mientras que Hewlett Packard capturó el cuarto sitio (IDC 1999). El segmento relevante que no está bien representado en estos *rankings* son los ensambladores taiwaneses tales como Tatung, Mitac, Acer y FIC que (a excepción de Acer) se concentran sobre todo en el mercado OEM.[20] Los productores taiwaneses han desarrollado sofisticados sistemas globalmente situados de la logística para servir los mercados no sólo en Norteamérica, sino que en la mayor parte del resto del mundo.

19. Uno de estos ocho Packard Bell-NEC, con base cerca de Sacramento California, es subsidiaria de NEC, una empresa japonesa.
20. Acer tiene una gran participación en el mercado OEM, recientemente completando $2 billones de dólares negociados con IBM para abastecer computadoras (*WSJ* 1996). Además, Acer es la productora de marca taiwanesa más agresiva, reflejando la convicción de su fundador y CEO Stan Shih que la industria de computadora Taiwanera debe ir más allá de las limitaciones del trabajo de OEM a la mercadotecnia potencialmente más rentable y al fin de la cadena de valor (ver Shih 1996).

CUADRO 2.
Ventas globales y *ranking* de ventas de PC en 1997 y 1990

Ranking 1997	Empresa	Ventas (Miles de millones de dls.)	*Ranking* 1990	Empresa	Ventas (Miles de millones de dls.)
1	Compaq	14.35	1	IBM	9.64
2	IBM	10.8	2	Apple	3.85
3	Packard Bell NEC	9.05	3	NEC	3.62
4	Dell	8.2	4	Compaq	3.60
5	Hewlett Packard	7.6	5	Toshiba	2.49
6	Gateway	5.1	6	Olivetti	1.79
7	Apple	4.8	7	Groupe Bull	1.42
8	Acer	3.4	8	Fujitsu	1.42
9	Fujitsu	3.4	9	Unisys	1.18
			10	Commo dore	1.00
			18	Hewlett Packard	.63
			20	Dell	.55
			23	Packard Bell	.52
			33	Gateway 2000	.28

FUENTES: *Computer Reseller News* (June 1997); Steffens 1994: 335.

El elemento estructural clave de las partes de la PC que compran logísticas es la localización geográficamente dispersa de proveedores de partes y componentes. Los fabricantes de componentes y los ensambladores finales, sin distinción, deben balancear menores costos laborales con los costos y riesgos de tener inventarios en tránsito. Para hacer esto la industria de la PC ha tenido que crear sistemas de logística que coordinan la producción global y es también capaz de responder en forma flexible a las condiciones localizadas de

mercado. Las decisiones de subcontratación están constantemente en flujo ante la velocidad del cambio.

Las empresas de la PC han reconocido la importancia de trasladar la inclusión final de los componentes más sensibles al tiempo lo más cercano posible al cliente. Esta estrategia es particularmente crucial para los minoristas finales debido al riesgo que implica mantener PCs y partes más viejas si los precios caen inesperadamente. Los pedidos por correo y los minoristas basados en ventas por Internet han adoptado un sistema en el cual no tienen computadora alguna en inventario. Por ejemplo, Insight, un distribuidor de productos de computadora por correo en Tempe, provee a los clientes con un catálogo (o portal en Internet) de productos. Insight maneja la orden y el pago y arregla con un distribuidor o fabricante para que envíe el producto directamente al cliente. De hecho, las compañías como Federal Express y UPS pueden aún incluso proporcionar algunos aspectos del ensamble final como parte de sus servicios (véase Lappin 1996). Otro ejemplo de las empresas que acercan al cliente son las decisiones independientes de Ingram Micro y Fujitsu para trasladar el montaje de la PC a Memphis, Tennessee, debido a que es el nodo de Federal de Express. Este emplazamiento les permitirá recibir piezas más rápidamente y reducir su plazo de entrega a los minoristas o a los clientes finales.

En el modelo "standard" o de tres niveles que caracterizó a los ensambladores convencionales, las partes y componentes se entregaron a los almacenes y fueron almacenados hasta que fueran requeridos para el ensamble. Las PC terminadas entonces se enviaban a través de los canales de distribución convencionales (es decir, los distribuidores), y entonces a los revendedores de valor agregado (RVA) o a las tiendas minoristas. Este modelo estándar no trató inventarios como el problema más relevante del sistema entero: en efecto, el tiempo no era considerado como la variable crítica del negocio. En 1998 una compañía tal como Compaq tenía típicamente aproximadamente 10 semanas de inventario, el que incluía partes, componentes y las PC terminadas (Pulliam y Ramstad 1998). De la misma manera, IBM tenía de 6 a 8 semanas de inventario en los canales del distribuidor (Haber 1998). Por lo tanto, existían 8 o más semanas durante las cuales la PC perdía valor. Por supuesto, la erosión del valor experimentada no era un problema particularmente serio debido a que otros vendedores tenían ciclos similares, pero constituyó una enorme oportunidad de pérdida. Considerando que otras variables del negocio siguen siendo constantes, la posesión de retención del ensamblador y de la cadena de valor del producto físico para el período más corto será la más eficiente.

El modelo estándar de tres niveles está por ende en crisis. Nuevos modelos de negocios que subcontrata partes y componentes en base al justo a tiempo y cambia el sistema de ensamble o por lo menos la inserción de los componentes más sensibles al tiempo más lejos en el canal de distribución (el "ensamble de canal") hacia el cliente final se están adoptando para reducir el período de posesión del inventario. Los modelos varían: en un extremo del espectro se encuentran empresas como Dell Computer, que tiene el acercamiento más "puro" en el sentido que construye sistemas de pedido y los envía directamente al cliente, así como las pequeñas tiendas locales que piden partes en pequeñas cantidades y produce sistemas personalizados para clientes individuales. En el otro extremo del espectro están las compañías como Compaq que producen en masa (y contratan producción en masa) en algunos centros regionales para la venta en el canal.

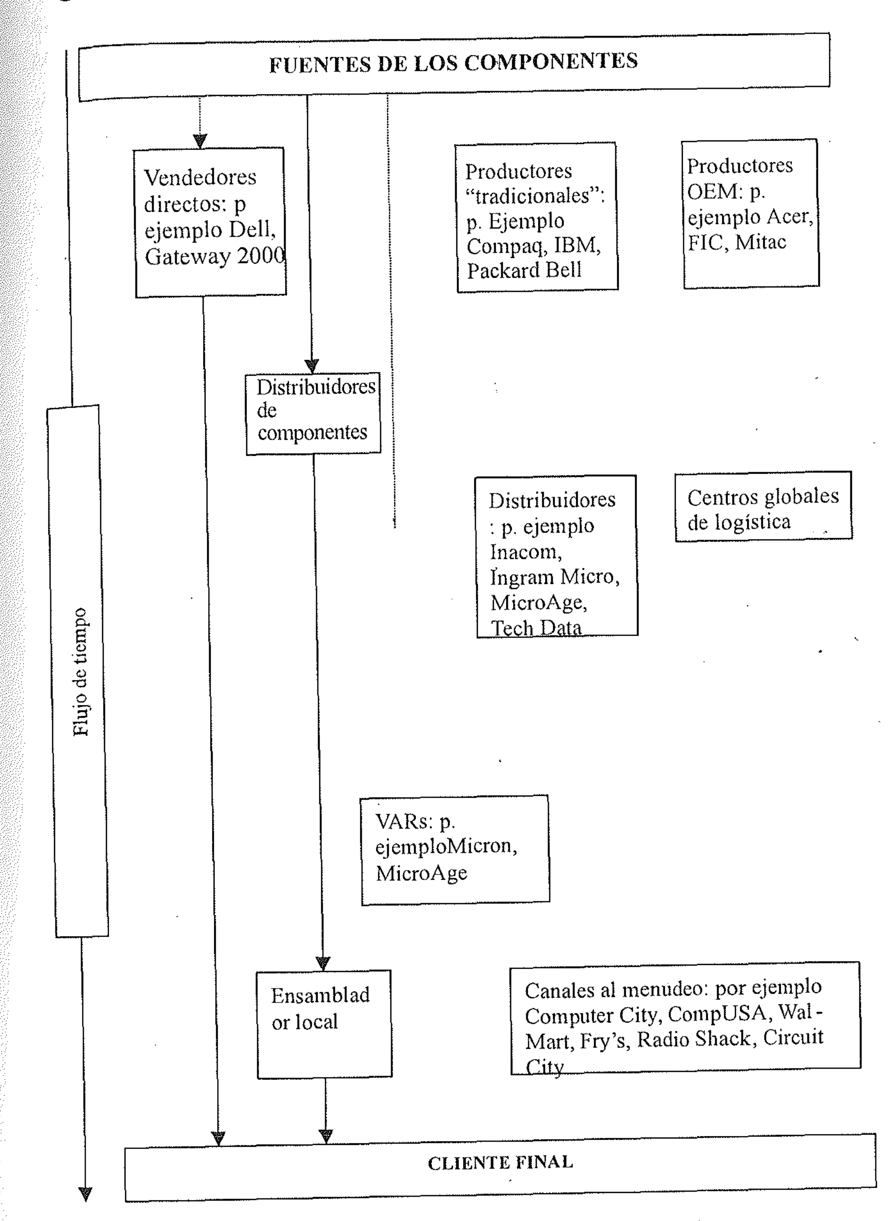
La localización física del ensamble final es un factor importante para la velocidad de la producción o entrega. Largas distancias generalmente requieren generalmente de mayor tiempo de transporte que distancias más cortas, aunque el tiempo puede ser reducido localizando una empresa cerca de un nodo del flete aéreo, tal como Memphis para Federal Express. En la década de los ochenta, con ciclos de los productos más largos y largos períodos de posesión de inventarios, la localización era relativamente poco importante tanto el enlace que el transporte y la comunicación fueran adecuados. Los canales de distribución

eran relativamente lentos, y los sobreprecios fueron grandes para los líderes de mercado como IBM y Compaq. Esto proporcionó un "paraguas" del precio bajo en el cual los productores baratos de Asia podrían operar; por ejemplo, los proveedores taiwaneses OEM se convirtieron en significativos en la industria de la PC (Angel y Engstrom 1995). En general, sin embargo, durante los ochenta no existía una lógica de localización regionalizada específica en la industria de la PC; las localizaciones de las casas matriz y de las plantas de ensamblaje fueron determinadas a menudo por el contexto personal de los fundadores o dependió de algún otro factor sin relación a la logística del negocio. Tal fue el caso de Dell Computer en Austin, Texas, Computadora de Compaq en Houston, Texas y Gateway en el norte de la ciudad Sioux, en Dakota del Sur.

La aglomeración más notable de productores de la PC y de productores de componentes de la PC se encuentra en Taiwán. La localización de Taiwán en la cadena de valor de la PC es en gran parte la de un proveedor de componentes OEM y de las PC de valor agregado relativamente bajos, aunque los productores finales de la PC tales como Acer, Mitac, y FIC, junto con un número de productos de componentes de pequeño y medio tamaño han intentado, en gran parte sin éxito en Estados Unidos, implementar sus propias estrategias de productos de marca. Las empresas taiwanesas más grandes han establecido operaciones de ensamble y/o de distribución cerca de la mayoría de las grandes regiones del mercado como Europa, Norteamérica/EE.UU., América Latina, el Medio Oriente y Asia. Acer ha empujado este acercamiento incluso mucho más estableciendo sitios de ensamble/distribución en localizaciones sub-regionales; por ejemplo, en América Latina tiene empresas en México, Chile, Brasil, y Argentina.

Las diferencias principales entre las metodologías logísticas se refieren al tamaño de la operación y del tipo de estrategia. El Cuadro 3 muestra varios canales para los consumidores finales. Las empresas a menudo utilizan más de una metodología dependiendo del producto(s) o mercado(s) y hay una gran variación de

CUADRO 3: Ensamble por contrato para grandes vendedores



empresa a empresa. Acer, por ejemplo, mercadea su propia marca de computadoras a través de su sistema global de logística (SGL); ensambla sistemas sobre una base de OEM y fabrica algunos componentes incluyendo monitores, tarjetas madre, de sonido, video y memoria. FIC y Mitac producen sus propios productos de marca y simultáneamente están en gran parte en el negocio del OEM. Los grandes fabricantes estadounidenses como SCI Systems y Solectron son también fabricantes importantes del OEM. Los productores como Compaq, IBM y Hewlett Packard utilizan varias mezclas de los sistemas producidos por ellos mismos y por OEM exclusivamente bajo su propia marca y nombres de modelos para la venta al minoreo y los mercados corporativos. Dell y Getaway son vendedores directos que producen sistemas según los pedidos de los clientes al por menor en masa y para el mercado corporativo. En las siguientes tres subsecciones examinamos estos retos de la producción del modelo estándar.

2.1. Logística global

La logística global (LG) se refiere a un conjunto de estrategias diseñadas para tomar ventaja de las capacidades y experiencias en los recursos globalizados y la distribución. La estrategia de LG se basa en el reconocimiento que en el sistema de ensamble es un segmento que tiene un bajo valor agregado, sensible al tiempo, en la cadena de valor. Los sistemas LG han sido desarrollados para manejar las porciones de mayor valor agregado de la cadena de valor, incluyendo la distribución, *marketing*, los fabricantes de diseño original (ODM, por sus siglas en inglés), fabricantes de diseño original (OEM, por sus siglas en inglés) y la distribución como un servicio completo. La mayoría de los expertos de LG se encuentran en Taiwán. Dada la distancia con el mercado final, tuvieron que desarrollar un sistema que los protegiera de los riesgos de la depreciación de los componentes. Acer Computer fue la pionera de LG y de un sistema único, basado en una red de filiales independientes de la propiedad y operando en países extranjeros. Acer

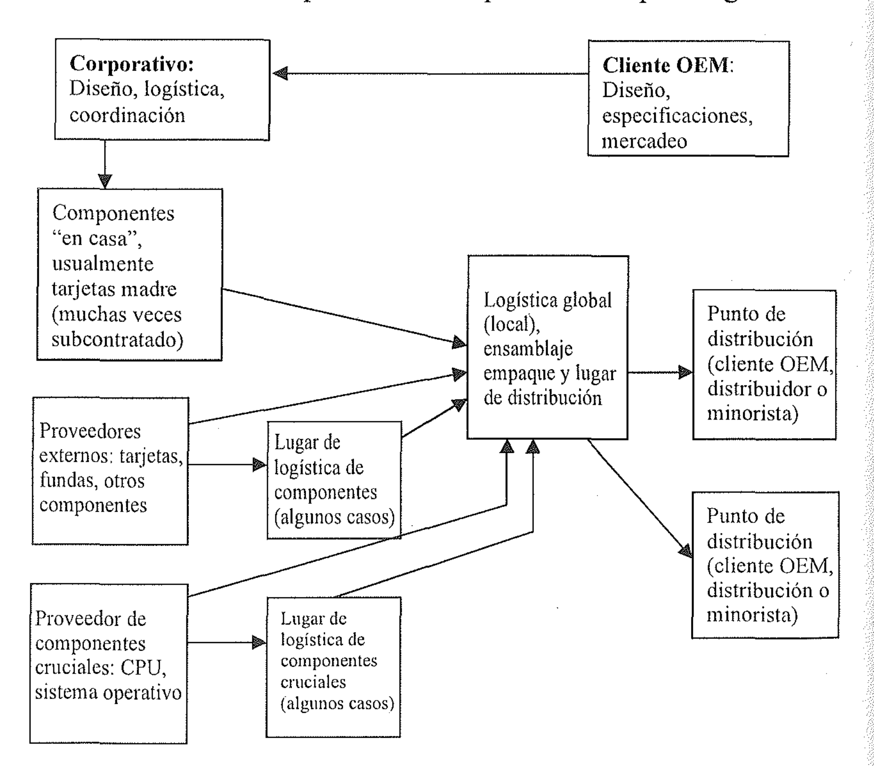
no está sola, por ejemplo First International Computer (FIC) tiene su "*Global Operations, Local Fulfillment*" (GOLF) y Mitac sigue lo que llaman una respuesta "administrativa" a las fluctuaciones del mercado. Acer evocativamente se refiere a su sistema incorporando las virtudes gemelas de " alcance global, toque local" y se esfuerza por operar en principios similares a la industria de la comida rápida en la cual " la tecnología fresca" es introducida rápidamente al mercado a través de ensambladoras locales y puntos de distribución de ventas (Shih 1996).

La idea básica de LG es minimizar el riesgo estableciendo sitios de ensamble o centros de logística global (GLC, por sus siglas en inglés) dentro o cercanos a áreas de mercados principales. El Cuadro 4 refleja una representación idealizada del sistema LG. Componentes de alto valor, los cuales además tienen un alto riesgo, son comprados por la localización de mejor costo por entrega de un GLC. Los componentes como tarjetas madre, video y de sonido son transportados en forma aérea a América del Norte de sitios de producción/distribución en Taiwán o en otro sitio en Asia. Otros componentes de bajo valor, tales como fuentes de energía, fundas, unidades de disco flexible o componentes con menor dinamismo en el cambio técnico y relevante en volumen, como monitores, son enviados por mar o comprados generalmente por productores locales regionales.

Los productores taiwaneses de LG han encontrado (presumiblemente) un mercado rentable, o por lo menos oportunidades de mercado adecuadas, al proveer a los productores de Estados Unidos con LG OEM como servicio. Esto permite a las empresas estadounidenses expandir ventas sin tener que invertir en la expansión de la capacidad. Por ejemplo, FIC opera una planta ensambladora en Austin, Texas, que provee a Compaq (Takahashi y Ramstad 1997). El modus operandi de LG a lo largo de la industria taiwanesa de PC es extraer valor de un número de segmentos de la cadena de valor, aunque el valor en cualquier segmento puede ser pequeño. Así que estas empresas han creado un sistema en el cual la manufactura (diseño, desarrollo de sistemas y ensamblaje), combinada

con la subcontratación de componentes y la distribución (logística) es proporcionada como un servicio completo para el cliente. Los grandes y tradicionales mercados de PC en Estados Unidos pueden usar empresas como Acer, FIC, Tatung y Mitac, no sólo como ensambladores sino como proveedores de diseño, distribución justo a tiempo y servicios de mercadotecnia (es decir, logística). Esto despreocupa a las empresas estadounidenses sobre el costo y el riesgo de agregar capacidad, específicamente para sus sistemas de bajo valor con escaso margen.

CUADRO 4.
Cadena taiwanesa típica de logística global
de producción OEM y otros clientes



La logística global del sistema iniciado por las empresas taiwanesas es una respuesta a una oportunidad que surgió a me-

La logística global del sistema iniciado por las empresas taiwanesas es una respuesta a una oportunidad que surgió a mediados de los ochenta para abastecer las empresas estadounidenses con componentes baratos, aún PCs terminadas en base a OEM. También quisieron cambiar "río arriba" y vender sus propias marcas de PC. Sin embargo, pronto reconocieron dificultades en realizar la cadena producción entera en Taiwán y luego exportar a mercados extranjeros. La LG permite a las empresas taiwanesas tomar ventaja de la producción a bajos costos en Asia y los bajos precios de muchos componentes de precios no sensitivos de PC y paralelamente permitieron la inserción de los componentes enfrentando una erosión rápida en precios en el posible último momento. En gran medida, el sistema LG supera el problema causado de 2 a 3 semanas que toma enviar un PC terminado por transporte marítimo a los Estados Unidos u otro país. De esta manera los profesionales de LG reordenaron su cadena de valor en respuesta a la velocidad de cambio y constante erosión de precios. No obstante, LG tiene limitaciones, una de ellas es el tiempo en tránsito, el cual retrasa la reacción a cambios de mercado. Finalmente, los profesionales de LG no son una amenaza severa a los ensambladores tradicionales debido a la carencia de una identidad de marca, su lenta capacidad de respuesta y su función en el ensamblaje de PC de bajo valor agregado para los ensambladores tradicionales.

2.2. Canales de ensamble

En un intento por reducir la exposición de inventarios un número de los principales ensambladores de PC como IBM, Compaq y Hewlett Packard están cambiando algunas operaciones finales de ensamblaje a los distribuidores, trayendo de este modo el producto final más cercano hacia el cliente. Su objetivo es disminuir los inventarios, aumentar el grado de respuesta y limitar la erosión del precio. Las empresas manejando este trabajo son parte de la amplia y amorfa categoría llamada revendedores del valor

agregado (VAR). Los VAR incluyen distribuidores de partes, componentes y sistemas relativamente grandes y pueden llevar a cabo sistemas especializados de integración, configuración de sistemas (ensamble parcial de sistema), o incluso contratos de ensamblaje completo para grandes vendedores de PC (ver Cuadro 3). Entre los principales distribuidores deVARs se encuentran Compucom, Ingram Micro, MicroAge y Tech Data (CRN1997). Además de su función tradicional de distribución, los VAR almacenan PCs parcialmente construidas y las configura para sus clientes, las cuales son generalmente otros revendedores (Carlton 1998). La categoría VAR incluyen minoristas nacionales grandes y pequeños o regionales como CompUSA (de reciente ingreso) y numerosos minoristas pequeños y locales que ensamblan sistemas completos parciales según sus primicias, conocidas usualmente como "construir tú propio" mercado (Berst 1997; Hulme 1997, Longwell 1997). El canal de ensamble a través de VAR se asemeja al sistema LG, pero la diferencia crítica radica en que el VAR a menudo lleva acabo una amplia gama de funciones "río abajo"; incluyendo por ejemplo, entrega de sistemas, instalación y servicio, desarrollo de sistema de red y desarrollo de sistemas especializados. En efecto, algunos de los VAR empotran el PC en paquetes de servicios y así encubren la pérdida de valor dinámica.

El modelo de canal de ensamble VAR también difiere de LG y los acercamientos de OEM en tanto que VAR toma sus ingresos de sus clientes, ofreciéndoles "soluciones" de sistema en base a la línea de productos que ellos distribuyen. De acuerdo con Tony Ibarguen, Presidente y Gerente General de Operaciones de Tech Data, "la último meta (del canal de ensamble) es otorgar más valor a los al usuario último al reducir costos significativos del proceso, entregando un sistema y mejorando la velocidad, el uso para el cliente y la habilidad de empatar esa solución con las necesidades específicas de un usuario". (CRN 1997). La vía de ensamble permite que los grandes productores de sistema respondan a la cambiante cadena de valor de PCs sin hacer grandes inversiones adicionales en infraestructura de producción y distribución. Al cambiar algún ensamble final en el canal, las empresas de PC son capaces de cambiar la producción más cerca del cliente, tanto espacial y como temporalmente. Por ejemplo, Compaq planea incorporar canales de ensamble como una parte importante de su de sus planes generales de reestructuración logística (Ramstad 1997; Gruener 1997). Reflejando la expansión de los acercamientos de los canales de ensamble, Ingram Micro ha completado recientemente la construcción de una nueva planta en Memphis, Tennessee (el nodo global de la Federal Express) y tendrá otras tres plantas en Los Países Bajos, China y Canadá en 1999 para atender a clientes como Hewlett Packard, IBM y Compaq (Kanellos 1998).

El canal de ensamble tiene dos características que lo hacen superior al modelo tradicional: primero, debe reducir el período de su inventario. Segundo, una vez que el contrato esté concluido, las especificaciones de la PC estén además acordadas y por consiguiente el contratista no necesita preocuparse por la erosión del precio porque parte del cliente. Sin embargo, hay cuestionamientos sobre la eficacia de impulsar el ensamble hacia abajo hasta el nivel de los minoristas. El canal de ensamble debería reducir el inventario en la cadena de oferta y, si es manejada adecuadamente, reduce el total de costos de inventario. La dificultad consiste en que puede difundir el ensamble final a tal grado que se pierden o disminuyen las economías de escala. En efecto, la estrategia de canal disminuye el tiempo de la orden de entrega, mientras que potencialmente aumentan los costos de producción.

2.3. Mercadotecnia directa

El reto competitivo más serio para las compañías ensambladoras de PC proviene de vendedores directos como Dell Computer y Gateway 2000. Estas compañías en efecto reciben los pedidos de los clientes antes que construyan una computadora. Esto significa que no requieren inventario alguno y así eliminan la ma-

yor parte del inventario y del riesgo. Como indica el Cuadro 3, el modelo directo de mercadotecnia reduce a un mínimo absoluto los pasos de la fábrica a la entrega del PC terminado al cliente.

Los vendedores directos operan un verdadero sistema de arrastre para el inventario de preensamble y distribución, en lugar de un sistema de arrastre de preensamble y un sistema de empuje de distribución. En el caso de Dell, las órdenes se reciben vía teléfono, fax, o el sitio de la red de Internet de Dell. Una vez que la orden es completada y los arreglos de pago estén confirmados, una factura de producción se envía electrónicamente al servicio de producción y las partes necesarias son solicitadas por los vendedores. Las partes y los componentes se entregan como los necesite la orden del cliente del almacén del vendedor localizada a 20 minutos de la planta Dell (Maglitta 1997). Dell subcontrata tarjetas madres de tres proveedoras regionales localizadas a 15 horas en México (McWilliams 1997). La PC terminada es entonces empacada y enviadas directamente a los clientes finales o a un contratista de sistema de integración, casi inmediatamente después que el proceso de ensamble se haya completado. De acuerdo a Michael Dell (1998b), ellos tienen "once días de inventario (incluyendo) mercancías en tránsito en ambas direcciones, refacciones, en general todo". Puesto de distinta manera, en 1998 Dell tenía un ciclo de inventario de 11 días y fue capaz de obtener una facturación de su inventario treinta y tres veces por año (*WSJ* 1997d).

Los arreglos que Dell ha hecho con su con distribuidor de monitores, Sony, son ingeniosos. Sony nunca manda el monitor a Dell; por el contrario, cuando la computadora Dell está completa, UPS o Airborne Express, recoge el monitor de la planta Mexicana de Sony, combinan el monitor y la propia computadora a su centro de entrega y las entregan como un paquete al cliente. (Dell 1998a). Con este sistema Dell elimina inventario de monitores y ahorra aproximadamente $30 dólares en costos de entrega (McWilliams 1997).

Dell está organizado para influenciar la rápida caída de valor de varios componentes de PC. Dell ha reconocido que la caída de valor

puede constituir una ventaja competitiva importante a una compañía capaz de comprimir su cadena de proveeduría y administrar tiempo logística. Michael Dell lo resume de esta manera:

"Siete días no suenan como mucho inventario, pero 168 horas sí. En un negocio donde el inventario se deprecia un 1% por semana el inventario es un riesgo. Hace pocos años nadie en este negocio se imaginó que el manejo de inventario era una increíble oportunidad" (Serwer 1998:62).

Lo que Michael Dell descubrió fue que el manejo de inventario era una llave del éxito en el negocio de PCs.[21]

Los compradores directos tienen dos ventajas importantes sobre sus competidores. Primero, no necesitan estar demasiado preocupados por la erosión del precio causado por la discontinuidad del movimiento. Los inventarios sólo reflejan la necesidad real inmediata. Puesto que la distribución es directa, cambios al minuto en la demanda se registran inmediatamente y las pérdidas atribuibles a pronósticos de la demanda equivocados son virtualmente inexistentes. Incluso mejor, dado que el inventario de los insumos es esencialmente manejado por los proveedores de Dell, Dell está prácticamente libre de la exposición a la baja de los precios. En segundo lugar, las máquinas se construyen sobre el recibo del pago, así que no hay ninguna pérdida de inventario que espera para ser vendido. En otras palabras, el modelo de la comercialización directa permite que Dell administre inventarios en ambos sentidos, ascendente y descendiente.

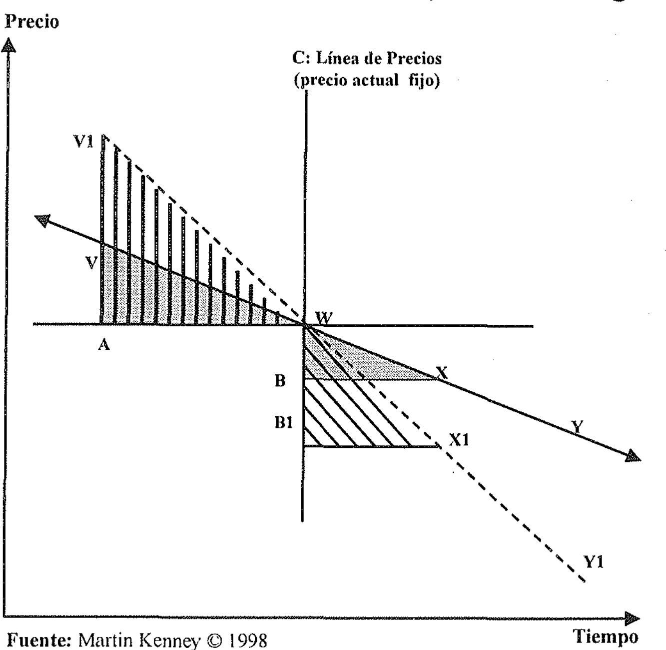
2.4. Comercialización directa y tiempo

Los modelos de negocio deben considerar los efectos de la continua disminución secular en los precios de los componentes. Los ensambladores de PCs deben mantener el inventario a un

21. No es claro que Michael Dell siempre haya entendido esto. A finales de los ochenta Dell hizo un intento fallido de entrar al mercado al menudeo. Fue sólo después de este fracaso que Dell optimizó su modelo de ventas directas (Henricks 1998).

mínimo y poseer componentes por el menor tiempo posible. El Cuadro 5 ilustra la ventaja directa del vendedor sobre el modelo de negocios de los productores tradicionales. Las líneas B y B1 representan la curva de del costo de componentes agregado con una tendencia a la baja. La línea B tiene una pendiente más gradual de 30 % al año; B1 es de aproximadamente 50 % al año. El modelo asume que las empresas tradicionales y los vendedores directos de PCs venden al mismo tiempo (punto W). Para la empresa tradicional y sus vendedores al menudeo, W también es el tiempo de entrega. El punto U en la línea A es cuando la empresa tradicional compra los componentes. La pérdida de valor que experimentan depende de la pendiente de la línea B. En el caso más gradual, es el área representada por UVW. En la disminución más rápida estaría el área limitada por UV1W. Esto ilustra gráficamente como una disminución mas rápida en precios de componentes favorece a los vendedores directos.

CUADRO 5. PC y Tiempo: Comparación hipotética entre Compaq y Dell (Mercadotecnia Directa). Modelos Logísticos.



Fuente: Martin Kenney © 1998

Sin embargo existe un fenómeno aún más interesante. Cuando los vendedores directos venden una computadora en el punto W, no necesita entregar la computadora al momento de compra. Note los beneficios mencionados anteriormente. No tiene riesgo de inventario que no se haya vendido en el canal o en sus estantes. Ordena lo que se ha vendido. Otra ventaja es que el cliente contrae los costos de cualquier reducción de precio que ocurra.[22] Así, en el margen, si los vendedores directos envían la computadora el día en que la orden fue recibida, ni los vendedores directos ni los clientes experimentarían baja alguna de precios. Sin embargo si los vendedores directos no solicitan las piezas en 5 días y recibieran las partes en 2 días por los vendedores de componentes (y pagó el precio del día de entrega), su precio actual seria el punto X o X1 en las líneas B o B1. En efecto, el vendedor directo recibiría el área representada por WXS o WX1S. Finalmente, el cliente recibe su PC en Y o Y1. Su pérdida de consumidor de valor sería WYT o WY1T. Esta es una ganancia que el fabricante tradicional no puede obtener. Por supuesto, si los precios aumentan, un evento inusual y temporal, los vendedores directos perderían. Si los precios bajaran 1% a la semana en una computadora de $3,000 dólares se trata de $30 dólares de ganancia. Una ventaja similar presenta la situación de flujo de liquidez. De acuerdo a un articulo reciente en *Fortune*, "Dell tiene un ciclo de conversión de efectivo-la diferencia entre el tiempo que le paga a sus acreedores y el tiempo en que le pagan- negativo de 8 días" (Serwer 1998:62). El punto más interesante sobre el modelo de comercialización directa es que mientras más rápido caigan los precios, es decir la pendiente de la línea B, mejor es la situación, y peor lo es para los vendedores no directos.

El acercamiento de la comercialización directa es un importante avance que se ocupa no sólo eficazmente de los proble-

22. Durante los últimos 16 años, los precios han aumentado solamente en algunos componentes durante períodos relativamente cortos. Por supuesto, si los precios aumentan y hay escasez, Dell tendría problemas, pero no deberían ser mayores que los de cualquier otra empresa.

mas de la reducción de precios de los componentes y usándolo en su beneficio; además tiene cierto control sobre sus ganancias con sólo prolongar el tiempo requerido para entregar los pedidos de los clientes. El modelo de la comercialización directa invierte el proceso usual en el que los ingresos son cobrados después que el producto sea manufacturado. Para la mayoría de los clientes una espera de 2 a 3 semanas para la entrega no es un problema; de hecho, muchos clientes probablemente cuentan con aún más tiempo de espera. Desde que Dell es esencialmente capaz de producir un PC en un día, puede, en efecto, usar el factor tiempo haciendo entregas (es decir, construyendo la máquina) con una demora de tiempo aceptable para el cliente.

Para probar esta teoría sobre el sistema de entrega, reunimos datos de la Universidad de California, Davis, sobre las compras de computadora de un vendedor directo importante. Encontramos que compras de 159 ordenadores personales, computadoras *notebook* y servidores de PC del 30 julio de 1997 al 30 de enero de 1998, el promedio de tiempo transcurrido de cuando la orden de compra se envía por fax al vendedor directo hasta la fecha de entrega, fue de 19.01 días. La espera más corta fue de 7 días y la más larga fue de 37 días. Si nosotros generosamente asumimos 5 días de tiempo de entrega, entonces un promedio de 14 días quedan para fabricar PCs. Si se asume, muy generosamente, que las partes ordenadas y manufacturadas en realidad requieren 5 días, entonces hay 9 o más días durante los cuales los precios pueden caer según el precio de compra.

El acercamiento de los vendedores directos, así como el desarrollo del modelo de logística global, son los conductores claves del cambio estructural en la distribución y producción de PCs. El método directo de comercialización representa una respuesta "virtual" al problema de la caída de precios del componente. Por supuesto, hay limitaciones al modelo de comercialización directo, puesto que muchos clientes se inquietan ordenando computadoras por teléfono o están preocupados sobre la calidad y disponibilidad del servicio, y no obstante así,

prefieren lidiar con comerciantes minoristas locales o con un VAR. A pesar de estos obstáculos, los vendedores directos continúan conquistando participación de mercado.

El éxito del modelo de mercadotecnia directa, tanto en términos de manejo de caídas de precio del componente y de la eficacia de la producción, está forzando a los ensambladores convencionales (IBM, Compaq, Packard Bell, etc.) a realizar cambios importantes en sus propias logísticas (WSJ 1997c). Compaq, el ensamblador actual de PCs con la participación de mercado superior, ha comenzado a implementar un número considerable de ajustes a su sistema de producción de logística (Gruener 1997). Bajo su Modelo de Distribución Optimizado, Compaq enviará computadoras parcialmente configuradas a VAR, quienes realizarán la configuración final (Metz 1997). Además, Compaq planea iniciar la producción de computadoras para el mercado de empresas (grandes ventas) fundamentada en una base "fabricar según pedido" (Gruener 1997; Ramstad 1997). En 1999 Compaq inició medidas para vender PCs por Internet. IBM ha implementado su Iniciativa de Satisfacción Avanzada y la reducción inventarios de comercializadores en alrededor de cuatro semanas (Haber 1998). Packard Bell tiene planes similares para cambiar desde un modelo de producción basado en pronósticos a uno en el cual las máquinas se fabrican según pedido de clientes de negocio (Carlton 1997). El acercamiento de Packard Bell será almacenar una reserva de partes y componentes para poder cubrir pedidos dentro de un plazo de 5 días. Dado el enorme inventario que los productores tradicionales concentran actualmente, la reducción del inventario aumentará su competitividad. No obstante, los vendedores directos continúan obteniendo ventaja de eliminar el riesgo con su modelo de fabricar después de vender y la capacidad de beneficiarse de la caída de precios del componente después de haberse hecho.

La respuesta de los ensambladores como IBM y Compaq a la amenaza de la comercialización directa ha alarmado algunos distribuidores y minoristas que temen que estas compañías es-

tén dirigidas para evitarlas completamente. Los fabricantes tradicionales hacen frente a una situación difícil porque su sistema de logística sufre una ineficiencia inherente. La introducción reciente de las máquinas de menos de $1000 dólares no trata el desafió de la comercialización directa porque la producción todavía carece de las ventajas temporales de los vendedores directos. La respuesta de mayor alcance parece ser la integración de la PC dentro de un paquete de servicios. En otras palabras, la PC se convierte en un componente físico de una solución total de la tecnología de la información. Esta es la ventaja de la IBM cuando provee una empresa con un cúmulo de servicios y equipo. Cuando Compaq compró DEC a finales de 1998, adquirió los servicios de DEC y la organización de ventas, cuya eficiencia consistía en proporcionar soluciones totales para los clientes de negocio (Fine 1998). Aunque no es dirigido por el negocio típico "mercado contra jerarquía" identificado por Williamson (1975) y Coase (1937), la integración proporciona valor al cliente e incorpora la devaluación dinámica en la solución total.[23] Sin embargo, este desarrollo es poco probable que sea suficiente para frustrar el crecimiento de los comercializadores directos.

3. Conclusiones

La administración del tiempo siempre ha sido un reto para los fabricantes y los distribuidores. Los comercializadores de ropa y alimentos perecederos, además enfrentan el problema de adquirir sus productos para ponerlos a la venta antes que disminuya su valor Abernathy et al. 1999). Los fabricantes convencionales se esfuerzan para complementar inventarios con la demanda de la forma más eficiente posible. Lo que distingue a la industria de la PC es cómo la administración del tiempo se ha convertido en

23. Masten et al. (1991: 20) encontró que a los aspectos temporales "pueden otorgársele una forma organizativa determinante", la cual según los autores se refieren a decisiones de "integrarse" o "comprar". La integración en nuestro caso es conducida por el deseo de los clientes de una solución permanente.

arma competitiva crucial. La evolución del sistema de Dell implica un reto imponente de la industria de PCs: virtualmente todo el cambio estructural reciente en la producción de PCs es respuesta a Dell y Gateway, y a las pequeñas VAR, cuyos bajos gastos fijos y la cercanía al cliente les ha permito participar con el 30% del mercado colectivamente. Los ensambladores convencionales de PC de esta manera enfrentan dos respuestas estratégicas: desarrollar una logística de distribución de orden más eficiente y/o ampliar su capacidad de servicios de tal manera que los precios de la PC se convierta en parte de un contrato mayor.

La primordial importancia de la logística de distribución de la industria del PC plantea dos preguntas importantes. La primera se refiere a la aplicabilidad del modelo directo del mercado a la industria de PCs en su totalidad. ¿El acercamiento de la comercialización directa se convertirá en eventual norma de la industria? Es probable que Dell y Getaway continúen teniendo bastante éxito, pero su modelo puede limitarse a los segmentos de costos medios y altos del mercado. La evasión de Dell de las cajas "río abajo" no sólo refleja su orientación hacia los segmentos de mayor ganancia, sino que también su confianza en una base de consumidores institucionales primordialmente. Actualmente, la base del mercado de Dell prefiere sistemas configurados de mayor alcance, pero su precio por PC se reducirá.

Tradicionalmente, Dell ha evitado construir su propio servicio de infraestructura. Confía en las empresas independientes locales de servicio de PCs, la sofisticación de su base de clientes y el sistema integrador VARs que instala los productos de Dell. Esto permite un enfoque casi fanático en la logística de producción y distribución que tiene un profundo impacto positivo en el balance de Dell. También evita los altos costos fijos de empresas orientadas al servicio como Compaq/Digital e IBM, pero pasa por alto la parte considerable del mercado que desea soluciones integradas. Pero, aquí otra vez, Dell está buscando vías para involucrarse en ventas en intensivas en servicio y comercialización sin abandonar sus ventajas actuales. Otras empresas como

Compaq buscan aumentar sus capacidades de servicio e integración mientras que, simultáneamente, intentan imitar a Dell utilizando algunas variantes del canal de ensamble y desarrollan sus propios sistemas directos de ventas. Esta estrategia bifurcada es arriesgada en tanto que servicios de sistemas integrados requieren de caros costos fijos y esfuerzos de ventas directas amenazan con enajenar los canales existentes de distribución. Dado la estructura actual de mercado de PCs, una de las fuerzas principales de Dell es su capacidad de mantener la pureza de su modelo directo de comercialización.

La influencia de Dell entonces, se basa primordialmente en cómo maneja el problema de la pérdida de valor en función del tiempo. De esta manera llegamos a la segunda pregunta importante la cual se relaciona con influencia de la administración de la industria logística de PCs en otras industrias. ¿La industria de PCs representa la punta de un sistema de fabricación y distribución que eventualmente se difunda a la economía como un todo? Aún si otros negocios no están influenciados directamente por los cambios en la industria de PCs, las aplicaciones genéricas de intercambio de información, el rápido desarrollo del producto, la manufactura de productos y la rápida distribución de los productos en el mercado, afectará a muchas industrias. Las cualidades exclusivas de las PC tales como su construcción modular y la estructura verticalizada de la industria, altos estándares universalmente aceptados de interfaz, alto nivel de configuración, innovación rápida del componente y su mercado fragmentado, hacen poco probable que el tipo de canal de ensamble y acercamientos de comercialización utilizadas en PCs pudieran ser transferidas al por mayor al resto de los productos. Y, no obstante, dado que los circuitos integrados aumentan la proporción aún mayor del valor de otros productos, la producción de tales mercancías puede además comenzar a ser conducida por PCs como trayectorias de precio. Si estas tendencias continúan, después los nuevos modelos de negocios basados en el manejo de la erosión de precios pueden llegar a ser más predominante.

Abernathy et al. (1998) proporciona una discusión detallada y exhaustiva de los esfuerzos crecientes para controlar la logística y el tiempo en la industria del vestido. Baldwin y Clark (1997) argumentan que los automóviles están llegando a ser más modulares y algunos hiperbólicamente sugieren que los automóviles se conviertan en "chips" sobre ruedas. En general, muchas industrias como herramientas de maquinaria, equipo de telecomunicaciones y publicaciones están experimentando índices acelerados de cambios importantes que conducen a una creciente dinámica de pérdida de valor. En agosto de 1999 Toyota anunció que su fábrica canadiense seria la primera de sus plantas que se cambiaría a una rotación de 5 días en autos solicitados por sus clientes. Si la orden del cliente puede ser realizada nacionalmente, entonces los 30 a 60 días de inventario en la preparación podría se eliminada con un enorme ahorro de inventario, precio de amortización y otros costos. Este es literalmente el modelo de la comercialización directo aplicado a la industria automovilística.

Por último, la aplicación del Internet en las PCs y en cada otra industria significa que el modelo de comercialización iniciado en los PC se convertirá en uno cada vez más aplicado en otras industrias. En este sentido, la industria del PC, es un "sistema modelo" para los empresarios en casi todas las demás industrias. Empresarios innovadores en muchas industrias deberían ser capaces de encontrar mucho que los inspire en este estudio de caso sobre la administración logística de la producción del PC. Se pueden encontrar oportunidades para adaptar las ventajas del canal de ensamble, de la comercialización directa, incluso modularidad, a las líneas de nuevos productos o ya existentes. Las formas particulares en las cuales otras industrias podrían mejorar y adaptar su administración de tiempo no está al alcance de este documento. Sin embargo, es probable que en la próxima década estudiantes de la organización de negocios tracen, por lo menos parcialmente, el origen de nuevos métodos de administración de una cadena de valor a la actual era de la producción de PC.

Bibliografía

Abernathy, Frederick, John Dunlop, Janice Hammond, y David Weil. 1999. *A Stitch in Time: Lean Retailing and the Transformation of Manufacturing* (New York: Oxford University Press).

Angel, David y James Engstrom. 1995. "Manufacturing Systems and Technological Change: The U.S. Personal Computer Industry" *Economic Geography* 71, (1) 79-102.

Baldwin, Carliss y Kim Clark. 1997. "Managing in an Age of Modularity". *Harvard Business Review* (Septiembre/Octubre).

Berndt, Ernst y Zvi Griliches. 1993. "Price Indexes for Microcomputers: An Exploratory Study". En Murray Foss, Marilyn Manser, y Allan Young (Eds.) *Price Measurements and Their Uses* (Chicago: University of Chicago Press): 62-93.

Berst, Jesse 1997. "Why your computer retailer will die, and then come back to life again". *ZDNet AnchorDesk*, http://www.zdnet.com/anchordesk/story/story_1240.html (Septiembre 10).

Blackburn, Joseph D. y Joseph C. Blackburn. 1990. *Time-Based Competition: The Next Battleground in American Manufacturing* (New York: Irwin Professional Publishers).

Borrus, Michael y John Zysman. 1997. "Globalization with Borders: The Rise of Wintelism as the Future of Global Competition". *Industry and Innovation* 4, (2): 141-167

Bourgeois, L. J. y Kathleen M. Eisenhardt. 1988. "Strategic Decision Process in High Velocity Environments: Four Cases in the Microcomputer Industry". *Management Science* 34, (7): 816-835.

Bresnahan, Timothy y John Richards. 1998. "Local Competition in Information Technology". Paper for the 11th Annual NBER-TCER-CEPR Conference "Competition Policy, Deregulation, and Re-regulation". (December 18-19), International House of Japan, Tokyo, Japan.

Business Week. 1992. "Compaq: How It Made Its Impressive Move Out of the Doldrums". (November 2): 146-151.

C-Net. 1998. "Seagate sees major Q2 loss". *C-Net News.Com.* http://www.news.com/ News/Item/0,4,17915,00.html (January 8).

C-Net. 1999. "Free PC" offers boost June sales by 35 percent". *C-Net News.Com.* http://www.news.com/News/Item/0,4,39642,00.html

Carlton, Jim. 1997. "Packard Bell plans direct sales of PCs to business customers". *Wall Street Journal* (Junio 18).

Carlton, Jim. 1998. "Ingram Micro Posts 40% Rise in Net; PC Distributor Solidifies Top Position". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://www.wsj.com/ (Abril 29).

Carroll, Paul. 1993. *Big Blues: The Unmaking of IBM* (New York: Crown Trade Paperbacks).

Chandler, Alfred. 1990. *Scale and Scope: the Dynamics of Industrial Capitalism* (Cambridge: Harvard University Press).

Chposky, James and Ted Leonsis. 1988. *Blue Magic: The People, Power and Politics Behind the IBM Personal Computer* (New York: Facts on File Publications).

Christensen, Clayton. 1992. *The Innovator's Challenge: Understanding the Influence of Market Environment on Processes of Technology Development in the Rigid Disk* DBA dissertation, Harvard Business School.

Clark, Don. 1995. "A big bet made Intel what it is today: now it wagers again". *Wall Street Journal* (Junio 6).

Curry, James. 1998. *Vertical control in horizontally organized industries: The case of PC mainboard production.* El Colegio de la Frontera Norte, Departamento de Estudios Sociales Cuaderno de Trabajo, Working Paper.

Coase, Ronald. 1937. "The nature of the firm". *Economica* 4: 386-405.

CRN—Computer Reseller News. 1997. "COMDEX Fall 1997 Panel Talks: What is the ultimate goal of channel assembly programs? Is it more than just to take market share away from Dell and Gateway?" *Computer Reseller News* http://www.crn.com (Diciembre 8).

D'Aveni, Richard. 1994. *Hypercompetition* (New York: Free Press).

Dell, Michael. 1998a. "The Power of Virtual Integration: An Interview with Dell Computer's Michael Dell". Harvard Business Review (Marzo-Abril): 73-84.

Dell, Michael. 1998b. "Interview: Michael Dell". Upside (Abril): 98-102, 140-146.

Fine, Charles. 1998. *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage* (Reading, MA: Perseus Books).

Gabel, David. 1998. "Server disk drives in the spotlight — hands-on tests of high-capacity, fast drives aimed at server usage in low to midrange niches". *VAR Business* http://pubs.cmpnet.com/vb/MAIN/ (April 13).

Grimm, Bruce. 1998. "Price Indexes for Selected Semiconductors". *Survey of Current Business* (February): 8-24.

Gruener, James. 1997. "Compaq introduces new manufacturing strategy". PC Week (Julio 10).

Haber, Carol. 1998. "PC Pricing a Killer in IBM 1Q". Electronic News (Abril 27): 47-48.

Halfbill, Tom R. 1998. "Disposable PCs". *Byte* (Febrero): 62-74.

Hatch, Nile. 1996. "Learning Effects in Semiconductor Fabrication". Competitive Semiconductor Manufacturing Program, Engineering Systems Research Center, UC Berkeley, ESRC 96-26.

Henricks, Mark. 1998. "Michael Dell". *Spirit* (Mayo): 26-31.

Hulme, George V. 1997. "Beyond better prices—quality at the root of homegrown PCs". *Computer Reseller News* http://www.crn.com (Noviembre 17).

IDC. 1999. "Big Fourth Quarter Tops Off Healthy 1998 in U.S. and Worldwide PC Markets, According to IDC". Hhtp://www.idc.com/Press'Current/012999Apr.htm.

Intergraph, Inc. 1998. http://www.intergraph.com/intel/order.htm

Jonas, Gabrielle. 1998. "Outlook bleak for disk drive makers". *TechWeb TechInvestor* http://www.techweb.com/investor (Enero 7).

Kanellos, Michael. 1998. "Ingram to make PCs for Big 3". *C-NET News.Com* http://www.news.com/ (Marzo 10).

Kenney, Martin and James Curry. 1998. "Knowledge Creation and Temporality in the Information Economy". Paper en Raghu Garud yJoe Porac (Eds.), *Cognition, Knowledge, and Organizations*, JAI Press, Forthcoming.

Landes, David. 1983. *Revolution in Time: Clocks and the Making of the Modern World* (Cambridge: Harvard University Belknap Press).

Langlois, Richard N. 1990. "Creating External Capabilities: Innovation and Vertical Disintegration in the Microcomputer Industry". *Business and Economic History* 19: 93-102.

Langlois, Richard y Paul Robertson. 1992. "Networks and Innovation in a Modular System: Lessons from the Microcomputer and Stereo Component Industries". *Research Policy* 21: 297-313.

Lappin, Todd. 1996. "The airline of the Internet". *Wired* 4.12 (Deciembre).

Longwell, John. 1997. "Debating the meaning of assembly—when terms break down". *Computer Reseller News* http://www.crn.com (Agosto 25).

Maglitta, Joseph. 1997. Special DELL-ivery". *Electronic Business* (Diciembre): 43-47.

Masten, Scott, James Meehan, and Edward Snyder. 1991. "The costs of organization". *The Journal of Law, Economics, and Organization* 7, (1): 1-25.

McKendrick, David. 1997. "Sustaining competitive advantage in global industries: Technological change and foreign assembly in the hard disk drive industry". Report 97-06, The Data Storage Industry Globalization Project, IR&PS, University of California, San Diego.

McWilliams, Gary. 1997. "Michael Dell: Whirlwind on the web". *Business Week* (Abril 7).

Metz, Cade. 1997. "Order Up! Compaq's new strategy cuts PC prices across the board". *PC Magazine.*

O'Malley, Michael. 1990. *Keeping Watch* (New York: Viking).

Pulliam, Susan y Evan Ramstad. 1998. "Heard on the street: Compaq deal may mask problems in PC business". *Wall Street Journal* (Febrero 12).

Ramstad, Evan. 1997. "Switch at Compaq May Lower PC Prices, Heat Up Competition". *Wall Street Journal* (Marzo 31).

Ramstad, Even y Jon Auerbach. 1998. "Compaq to Acquire Digital, Once an Unthinkable Deal: The PC Maker Grew Rapidly As Competitors Shunned Risk". *Wall Street Journal Interactive Edition* (Enero 27).

Serwer, Andy. 1998. "Michael Dell Rocks". *Fortune* (Mayo 11): 59-70.

Shih, Stan. 1996. *Me-Too is Not My Style: Challenge Difficulties, Break Through Bottlenecks, Create Values* (Taipei: Acer Foundation).

Spang, Kelly. 1998a. "AMD reveals a proactive approach to Intel competition". *Computer Reseller News* http://www.crn.com (Abril 20).

Spang, Kelly. 1998b. "Plunging Parts Pricing Keeps Sub-$1,000 PC Afloat". *Computer Reseller News* http://www.crn.com (Enero 21).

Stalk, George y Thomas M. Hout. 1990. *Competing Against Time: How Time-Based Competition Is Reshaping Global Markets* (New York: Free Press).

Steffens, John. 1994. *Newgames: Strategic Competition in the PC Revolution* (Oxford: Pergamon).

StoreBoard. 1999. 'Retail Desktop Market Share by Price Class, March vs. April'. (Julio 14) *http://www.infobeads.com/Insider/Pages/Main/Main.asp?sid=0420a99*

Takahashi, Dean y Evan Ramstad. 1997. "Cyrix's low-cost Chip Is Key to New Compaq PC". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com/ (Febrero 20).

Terwiesch, Christian, Roger E. Bohn, and Scott M. Hampton. 1997. "The Economics of Yield-Driven Processes". Information Storage Industry Center, UCSD, Working Paper No. 97-04,

Warnke, Jacqueline. 1996. "Computer manufacturing: change and competition." *Monthly Labor Review* (Agosto): 18-29.

WSJ—Wall Street Journal Interactive Edition. 1996. "Acer Signs $2 Billion Pact To Supply IBM With PCs". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com (Diciembre 11).

WSJ—Wall Street Journal Interactive Edition. 1997a. "Intel will cut prices of chips as rivals eye piece of market". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com (Junio 12).

WSJ—Wall Street Journal Interactive Edition. 1997b. "Cyrix's low-cost chip is key to new Compaq PC". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com (Febrero 20).

WSJ—Wall Street Journal Interactive Edition. 1997c. "Price cuts unveiled by Compaq: will likely start new skirmish". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com (Julio 10).

WSJ—Wall Street Journal Interactive Edition. 1997d. "Dell Profit More Than Doubles, Topping Analysts' Expectations". *Wall Street Journal Interactive Edition* http://interactive.wsj.com (Agosto 20).

Whiting, Rick. 1989. "Personal Computer Have-nots Fight for Bigger Slice of Market". *Electronic Business* (Octubre 30): 34-35.

Williamson, Oliver. 1975. *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications* (New York: Free Press).

Zlotnikov, Vadim (Personal Computer and Software Analyst, Sanford C. Bernstein & Co., New York). 1998. "Personal Communication". *http://www.crn.com./sections /columnist/*vadim33.asp (Abril 13).

La experiencia de Malasia en la industria electrónica[1]

Michael H. Best

INTRODUCCIÓN: La electrónica de Malasia. Crecimiento con innovación limitada

La industria electrónica de Malasia es paradójica. Representa la mitad del total de las exportaciones de Malasia y emplea un cuarto de la fuerza laboral de la manufactura.[2] La tasa de crecimiento anual de las exportaciones manufactureras de 1970 a 1995 fue de más de 25% y la electrónica representó dos tercios de las exportaciones manufactureras. Durante el mismo período la participación de la

1. Este ensayo es parte de un estudio mayor de la industria electrónica de Malasia llevado a cabo por la *United Nations Industrial Development Organization* y la Unidad de Planeación Económica de la Oficina del Primer Ministro, Malasia *(Economic Planning Unit of the Prime Minister's Department, Malaysia)*, y patrocinado por el *United Nations Development Program*, Malasia. Algo del material en este capítulo ha sido previamente publicado en mi libro *La Nueva Ventaja Competitiva* (Best, 2001). He trabajado cercanamente con y sido informado por el Profesor Rajah Rasiah en cada etapa. Él no es responsable de las posiciones particulares que son desarrolladas. Muchas de las observaciones en Penang están basadas en entrevistas personales conducidas por el autor en marzo de 1997 y septiembre de 1998 organizadas y acompañadas por algunas combinaciones con Lim Pao Li y Anna Ong de la Asesoría DCT y Lim Kah Hooi del Centro TEC. Sin el considerable respeto que disfrutamos los tres tanto en sectores privado y público hubiera sido imposible arreglar las entrevistas con virtualmente las personalidades de la electrónica en Penang, comenzando con el *Chief Minister*, Dr. Koh Tsu Koon. El documento fue traducido del inglés por Iván Darío Gutiérrez Bravo.
2. El sector electrónico usualmente combina los productos electrónicos y eléctricos pero los electrónicos constituyen arriba del 90% del total de la producción y el empleo (MITI, 1996, pp.52-54).

agricultura en las exportaciones pasó de cerca de 75% a 13% y la participación de las manufacturas creció de 11% a 80%.

Ciertamente, la especialización en electrónica es muy superior que en la mayoría de los países de la OCDE lo que da a Malasia una base fuerte en los sectores más innovadores en la industria moderna. La paradoja es, ¿por qué el ingreso per cápita de Malasia es tan bajo dada su estructura industrial? Incluso antes de la crisis asiática, el ingreso per cápita de Malasia era apenas de 4,000 dólares, una sexta parte del de Singapur.

La ventaja competitiva de la electrónica de Malasia ha pasado de actividades manufactureras de salario bajo, mano de obra intensivas organizadas por empresas transnacionales (ETNs) de base extranjera a actividades manufactureras crecientemente automatizadas de bajo costo, rápido ascenso, gran volumen, con capacidades especiales en ensamble, prueba *(testing)*, y empaque de semiconductores y discos duros (Best, 1997a). No obstante, la industria electrónica malaya ha alcanzado un punto crítico: está atrapada entre sus rivales con menor salario que están imitando las capacidades de producción actuales de Malasia y sus rivales con alto rendimiento y con mejores capacidades de producción e innovación. El crecimiento sostenido depende de transitar hacia el incremento del espectro de capacidades de producción. La cuestión es cómo.

El pobre rendimiento del valor agregado de la electrónica en Malasia no está perdido en el gobierno. Reconociendo del problema, el Ministro de Comercio Internacional e Industria y la Unidad de Planeación Económica de la Oficina del Primer Ministro han desarrollado una estrategia basada en el *cluster*.

El *Segundo Plan Maestro Industrial: 1996-2005* (IMP2), preparado por el Ministro de Comercio Internacional e Industria comparte la evaluación de que el crecimiento sostenido exige que la industria electrónica de Malasia debe hacer una transición "...hacia más operaciones automatizadas implicando procesos de alta tecnología y conducidos por el conocimiento". Esto no será fácil: "...este grupo internacionalmente relacionado que ha

sido manejado por rápidos cambios en tecnología, desarrollo del producto e innovación, preferencias del consumidor cambiantes y corto ciclo de vida del producto, enfrenta una serie de retos" (MITI, 1996, p. 63).

El *Séptimo Plan de Malasia* de la Unidad de Planeación Económica señala un traslado sutil de la confianza en las empresas extranjeras, como opuesto a la inversión extranjera directa, como el origen de la tecnología: "el origen principal de la tecnología continuarán siendo las empresas extranjeras..." (EPU, 1996, p. 2). La aplicación del acercamiento basado en el *cluster*, no obstante, señala enfáticamente una nueva dirección.

> El IMP2...fijó su atención en el acercamiento al desarrollo industrial basado en el *cluster* [para] mejorar la existente base industrial del sector manufacturero. **Impulsará adicionalmente el fortalecimiento de los encadenameientos industriales tanto en términos de profundidad como en extensión en todos los niveles de la cadena de valor".** (las negrillas son del original, p. 30). La "estrategia para la Manufactura basada en el *cluster* ...implica dos verdades básicas: el moverse a lo largo de la cadena de valor para incrementar el valor agregado a ambos extremos de la cadena...[y] el cambio del total de la cadena de valor a un nivel mayor por lo que el valor agregado es creciente en todos los puntos a lo largo de la cadena de valor...(EPU, 1996, p.31)".

El *Séptimo Plan de Malasia*, igualmente, acentúa el papel de los incentivos del gobierno para estimular la participación del sector privado en la estrategia basada en la productividad. Una serie de medidas gubernamentales relacionadas con políticas tecnológicas fueron introducidas. La tasa de absorción, no obstante, ha sido decepcionantemente baja y los indicadores de ciencia y tecnología no han mostrado el avance deseado (Rasiah, 1998a). En resumen, el ritmo de adaptación y difusión de la tecnología han permanecido persistentemente bajos en la electrónica de Malasia. La fácil respuesta a la pregunta de las causas de la limitada absorción de tales programas es que las empresas de Malasia carecen de capacidades para el manejo de tecnología requeridas para hacer la transición a una estrategia basada en la

productividad. Esto debe cambiar si la transición a un crecimiento conducido por la productividad tiene lugar.

La pregunta es: ¿fomentará el énfasis en el desarrollo basado en el *cluster* la transición?

El punto de partida del acercamiento basado en el *cluster* es desagregar la industria por región. De hecho, la industria electrónica de Malasia es un complejo de tres *clusters* micro regionales de más o menos el mismo tamaño en empleo, llamados, Penang, el Valle Klang y Johor. Penang tiene la mayor concentración con más de 90,000 empleados, seguido del Valle de Klang con 85,000 y Johor con cerca de 80,000 (MITI, 1996, p.38). Mientras los tres distritos en su conjunto son variantes del modelo de Singapur o del tercer modelo, en cuanto que están manejados por empresas transnacionales (ETNs), las relaciones con las casas matrices corporativas siguen diferentes patrones y, consecuentemente, las dinámicas regionales dentro de y a través de las empresas son diferentes también.

Se presentará evidencia más abajo sobre la industria electrónica en Penang la cual ciertamente ha "desarrollado una imitación de un *cluster* industrial", aunque todavía requiere un sustancial escalamiento (*upgrading*) para convertirse en un conductor de la estrategia lidereada por la productividad, las capacidades organizacionales de las empresas y la habilidad del proceso de formación. ¿Qué tipos de iniciativas pueden fomentar avances en las capacidades de manejo de tecnología de las empresas? Tomamos como premisa la idea de que la política industrial exitosa debe estar anclada en un entendimiento de las fuerzas que manejan la industria. La perspectiva de la administración de la tecnología ofrece una comprensión de estas fuerzas. Pero, ¿Cuáles son las relaciones entre los *clusters* y la administración de la tecnología? ¿Entre los *clusters* y el crecimiento conducido por la productividad? Dirigimos estas preguntas desde puntos de vista teóricos y prácticos. En la sección que sigue se presenta un modelo de dinámica de *cluster*. En la siguiente sección el modelo es aplicado a Singapur. La aplicación del modelo a Singapur es al mismo tiempo una aplicación para Johor siempre que las dos regiones están integradas en un *cluster* electrónico único. El éxito de Singapur sugiere criterios de valoración de la situación de otros *clusters*. Armados tanto de la teoría y la aplicación nos dirigimos al caso del *cluster* electrónico de Penang.

1. Un modelo de dinámica de *cluster*

El distrito industrial de Marshall y el *cluster* de Porter introducen la organización de la industria dentro del análisis del crecimiento industrial. El crecimiento implica alguna combinación de una población creciente de empresas y/o empresas de rápido crecimiento. Empresas nuevas y de rápido crecimiento, sin embargo, no crecen en aislamiento sino que surgen de un desarrollo dentro de una infraestructura industrial constituida por una gran población de empresas especialistas.

ESQUEMA 1

Modelo de Dinámica de Cluster

La caja en la parte superior del Esquema 1 se refiere al tipo y a la extensión de especialización dentro de una población regional de empresas. La mayor especialización *dentro del cluster* está asociada con las fuentes de ganancias por productividad identificadas por Smith y Marshall. La cadena de valor de Porter, igualmente, sugiere la especialización tanto en las empresas proveedoras como en los efectos de reacción con factores especializados de la producción. *Gran especialización entre las empresas dentro del cluster es parte del proceso por el cual el cluster, como un todo, gana capacidades únicas y ventajas competitivas regionales.*

Un *cluster* dinámico es uno con varios efectos de reacción que contribuyen a la diversidad tecnológica de la región. El impulsor es la dinámica de productividad interna de la empresa emprendedora. La dinámica, descrita más arriba, es el resultado de una interacción entre la expansión (la creación y la liberación) de las capacidades productivas procedentes de la consecución exitosa de los proyectos, por una parte, y de las oportunidades productivas emergentes identificadas y explotadas por el emprendedor o el equipo emprendedor, en la otra. Esta dinámica es una mayor fuente de ganancia por productividad escondida en el residuo tecnológico o el término productividad total de los factores de las teorías macroeconómicas de crecimiento. Es una dinámica organizacional que no descansa en la expansión en los factores de producción sino en el desarrollo de las capacidades productivas y su interacción con las oportunidades de los mercados emergentes.[3] El desarrollo de nuevos productos que rediseñan e incrementan los tipos de los mercados es una manifestación de la dinámica productiva.

La empresa emprendedora (*entrepreneurial firm*), o Penrosiana, está representada en la caja a la derecha del Esquema 1. La empresa emprendedora genera capacidades productivas únicas,

3. Las capacidades productivas son atributos de empresas individuales. Estas se distinguen de las capacidades de producción en cuanto éstos últimos son atributos genéricos en términos de principios de producción. Estos últimos constituyen el espectro de capacidades de producción (ver Cuadro 2).

incrementa la diversidad tecnológica, crea oportunidades para el desarrollo de nuevos productos, y fomenta oportunidades para otras empresas en los "intersticios" (ver más abajo) y que expanden el espectro de especialización potencial de un distrito industrial (representado por la caja de la cima).

Sin embargo, la empresa emprendedora no sólo mejora la especialización añadiendo diversidad a la población regional de empresas, el grupo de empresas emprendedoras es la fuente de una categoría particular de empresas cruciales para el desarrollo económico: empresas desarrolladoras (*developmental firms*).

Las empresas desarrolladoras son aquellas que juegan un papel esencial en la mejora de las capacidades tecnológicas y la base de habilidades de un *cluster* regional. Los ejemplos en el apéndice sobre Modelos de Manejo de Tecnología incluyen a la Springfield Armory que ha aplicado y desarrollado el principio de intercambiabilidad; Fairchild en Silicon Valley, y DEC a lo largo de la Ruta 128. Las empresas desarrolladoras son la fuente de nuevas empresas emprendedoras.[4]

Mientras que la empresa emprendedora, y particularmente, la desarrolladora es la conductora fundamental del progreso económico, al mismo tiempo una oportunidad de la empresa para especializarse y desarrollar su núcleo de capacidades depende de una "dinámica de *cluster*" de empresas de ajuste mutuo. En un *cluster* orgánico y dinámico, las empresas se

4. Mientras que los términos empresa emprendedora y empresa desarrolladora son utilizados indistintamente en el texto una connotación diferente es sugerida. Las características de ambas son crecimiento rápido, integradoras de sistema, empleadoras de profesionales de ingeniería/ciencia, y organizadas para el desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, la idea de empresa desarrolladora está hecha para sugerir que la empresa juega un papel importante en el desarrollo de una base de habilidades de la región. DEC, por ejemplo, como una empleadora de decenas de miles de personal técnico e ingenieros fue una gran contribuyente para la formación de habilidades del área la Ruta 128, habilidades que fueron críticas para sostener la innovación después de que DEC se encontró en una caída financiera. Una empresa desarrolladora es análoga a un atleta de franquicia en un equipo deportivo profesional; es alrededor de tales empresas e individuos que las regiones y equipos están construidas y prosperan. Finalmente, una empresa desarrolladora puede ser auto gobernada, como en el caso de Springfield Armory que fue un pivote en el desarrollo y difusión del principio de intercambiabilidad.

especializan en actividades que requieren capacidades similares y asociarse con empresas que se especializan en actividades complementarias pero diferentes.[5] La caja a la izquierda del Esquema 1 significa "integración horizontal", "sistemas-abiertos", o grupos conectados en red de empresas especializadas.

La dinámica de productividad Penrosiana no depende de los distritos industriales o de los *clusters* tipo Porter. Está igualmente asociada con empresas integradas verticalmente o el modelo *keiretsu* de organización industrial. Sin embargo, lo que la vitalidad sostenida del Silicon Valley y el resurgimiento de la Ruta 128 ilustra es que la empresa Penrosiana combinada con la integración horizontal genera una dinámica adicional, la "dinámica de *cluster*", con un poderoso efecto en el crecimiento. Esta es la fuerza subyacente dentro de la integración horizontal identificada por Saxenian (1994) y Grove (1996) como una importante causa de la ventaja organizacional del Silicon Valley. Es el modelo de organización industrial más apropiado para la competencia conducida por el producto (*product-led*). Por mucho tiempo ha sido refutado por la teoría económica que está construido sobre el supuesto de una dualidad de mercado o integración vertical, compra o producción.

El nexo entre las cajas a la derecha y la parte inferior representa la dinámica entre las empresas emprendedoras y, tanto los subproductos como las nuevas empresas que expanden la diversidad tecnológica regional, recargan la dinámica del *cluster*, y sostienen el crecimiento. Una empresa emprendedora genera nuevas capacidades productivas en la forma de nuevas posibilidades tecnológicas de las que sólo unas pueden continuar; la caja en la parte inferior representa el surgimiento de nuevas empresas para explotar las nuevas oportunidades productivas. En el proceso estas crean oportunidades para especialización por parte de otras empresas. Estas son ocupadas en gran número por *clusters* de "sistema-abierto" que tienen un gran potencial para formar nuevas combinaciones de recursos (la caja a mano izquierda en el Esquema 1), o nuevas empresas especializadas, algunas de las cuales llegarán a ser nuevas empresas emprendedoras. De hecho, la oportunidad para y el ritmo de la innovación sostenida está cercanamente relacionada a un grupo diverso de tecnologías desde la que nuevas posibilidades y combinaciones pueden ser desarrolladas.[6]

5. George Richardson desarrolló estas ideas (1972).

Aún más, los subproductos de una diversidad técnica pueden llevar a nuevos subsectores de nuevas industrias que también serán facilitados por un distrito industrial de empresas especializadas; una nueva empresa puede especializarse en desarrollar una idea innovadora y juntarse con otras especialistas para las actividades complementarias requeridas. La integración horizontal es por sí misma una facilitadora de la diversidad tecnológica; forma un grupo diverso de conocimientos colectivos o un "colegio invisible" De ahí el aprendizaje colectivo percibido por Saxenian.

En todas estas formas la integración horizontal acelera y amplifica el proceso por el cual nuevas combinaciones de empresas, o redes, están creadas para explotar nuevas oportunidades.[7] Los *clusters* de sistema-abierto son continuamente revitalizados mediante el proceso.

El proceso de ajuste mutuo anclado en la empresa emprendedora es la base de una dinámica de crecimiento de abajo hacia arriba análoga al proceso automontable o al autoorganizable de la

6. Ronald Kostoff ha subrayado muchos factores que son necesarios para soportar innovación exitosa y sostenible (1994). Estas son: una fuente avanzada de conocimiento; identificación de la oportunidad técnica y necesidad; un emprendedor que abandere la innovación; soporte financiero; expertos en administración, e innovación continua y desarrollo sobre muchos campos. Lo que comienza a surgir aquí es la idea de que un componente vital para el desarrollo regional sostenible es la accesibilidad de la empresa a una fuente de conocimiento técnico cuidadosamente fundido con una fuente de conocimiento organizacional. Profundizar continuamente la fuente de conocimiento técnico, para la educación y el entrenamiento de trabajadores y administradores andar al mismo paso con esta expansiva fuente, y para la difusión de conocimiento sobre muchos campos técnicos continuar, el comportamiento cooperativo es esencial.

7. El término integración horizontal está pensado para sugerir primero, la descentralización y la difusión del diseño y segundo, el aprendizaje colectivo. Ejemplos de el primero incluyen las relaciones entre usuarios y hacedores de compañías de máquinas y herramienta en TM1 o modularización del diseño y reglas de interface compartidas descritas en TM5. Ejemplos de aprendizaje colectivo (o distrito industrial de Marshall) son los canales abiertos de comunicación a través de compañías que son usados no sólo para resolver problemas sino para evaluar oportunidades.

teoría de sistemas. Tal proceso es parte integrante de las industrias de la moda diseño-intensivas de la Tercera Italia. Pero el modelo de distritos industriales dinámicos o *clusters* ha difundido a la electrónica igualmente en parte en respuesta al establecimiento de capacidades de producción y organización que sostienen las estrategias conducidas por el producto. Es la infraestructura organizativa para la descentralización y difusión del diseño la que caracteriza el Manejo de Tecnología 5 (ver Cuadro 1; Best, 1998).

2. La dinámica del cluster de Singapur y la región de Johor

La industria electrónica del Sureste de Asia comenzó en Singapur siguiendo una misión de inversión a los Estados Unidos en 1967 para establecer a Singapur como una plataforma de manufactura fuera del país (Chia Siow Yue, 1998, p. 12). En el mismo año Texas Instruments montó una planta de ensamblaje de semiconductores para ensamblar y probar circuitos integrados simples para su reexportación a los Estados Unidos. Después del influjo estadounidense, las ETNs de Europa y Japón continuaron. Reflejando la especialización nacional, las ETNs americanas tendieron a invertir en componentes electrónicos (ensamble de semiconductores y discos duros) y en electrónica industrial (computadoras y telecomunicaciones) y las ETNs Japoneses principalmente en electrónica para el consumidor y productos eléctricos. Dada la limitada oferta de trabajo, las primeras actividades de ensamblaje centradas en la mano de obra intensiva incrementaron sus salarios y crearon presiones en los márgenes de ganancia. Crecientemente, las actividades en los procesos de manufactura de bajo valor agregado fueron trasladadas a los estados vecinos de menor salario. En ese sentido, los altos salarios en Singapur denotan la migración masiva de las fábricas hacia la contigua región de Malasia.[8] Singapur arriesgó perdiendo su base manufacturera y se expresaron temores de que se ahuecara la industria.

8. En los inicios de 1980 más de 50% de las inversión extranjera directa de las manufactureras con base en Singapur fueron hacia Malasia (Pang, 1995, p.117).

Sin embargo, aún cuando Johor se convirtió en una región electrónica que emplea a cerca de 80,000 personas, el ingreso per cápita de la región no ha convergido con el de Singapur. Esto ha sucedido a pesar de que el excedente de trabajo en Malasia se convirtió en una escasez de trabajo con más del 20 % de la fuerza de trabajo compuesta de trabajadores extranjeros. En 1997, los salarios valían un cuarto y los precios de las propiedades fueron menores que un quinto de los de Singapur (Sin-Ming Shaw, 1997, p.64).

Lo que apareció como desindustrialización fue simplemente una relocalización de las fábricas. Las ETNs no reubicaron el total de sus operaciones a las regiones de salarios bajos y exceso de trabajo de la región. En vez de ello mantuvieron la manufactura no intensiva en trabajo y las actividades relacionadas a los servicios en Singapur y reubicaron solamente las actividades intensivas en trabajo fuera. El conocimiento y el valor agregado de las actividades intensivas en ingeniería no fueron transferidas aun cuando las operaciones de manufactura tienen lugar en fábricas localizadas en Malasia (y en algunos casos dirigidas por ingenieros de Malasia trabajando para ETNs con centros de operaciones regionales en Singapur).

Las operaciones de Singapur se concentran cada vez más en más actividades intensivas en ingeniería, incluyendo automatización, rediseño del producto, diseño para la manufactura, y funciones logísticas asociadas con compra regional incluyendo negocios complementarios, logísticos, servicios financieros y de compra. Por ejemplo, la división para proyectos de desarrollo de productos concentra el diseño industrial, la ingeniería de alto valor agregado y las actividades de ingeniería de bajo valor agregado en Singapur, y la manufactura repetitiva principalmente en Malasia seguida por Tailandia, Indonesia y China (Tang, 1996, p. 231). La mayor parte de las actividades manufactureras resultantes en la región de Johor de Malasia son de tercer y cuarto nivel, no calificadas, operaciones intensivas en trabajo en industrias relacionadas al consumo electrónico.

La transformación no se detuvo con una nueva división de actividades dentro las ETNs. La ventaja competitiva de Singapur y del modelo comercial están experimentando una transformación. La industria electrónica de Singapur fue convertida estratégicamente de una plataforma de operaciones manufactureras intensivas en trabajo para las ETNs verticalmente integradas a un *cluster* de servicios manufactureros horizontalmente integrados con un cada vez mayor desarrollo de actividades de servicio complementario a la manufactura, tal como rediseño del producto intensivo en ingeniería y automatización de procesos, y servicios complementarios de comercio asociados con la coordinación regional, compra, desarrollo y actividades de integración.

La industria electrónica de Singapur, desde esta perspectiva, ha negociado exitosamente dos transiciones: al interior de las ETNs del trabajo intensivo a la automatización; de la automatización a la manufactura integrada y, de los ETNs verticalmente integrados al *cluster* dinámico. A mediados de los 90s, la industria electrónica continua siendo la industria más importante de Singapur, sumando 36% del valor agregado de la manufactura, 25% de la fuerza laboral manufacturera y contribuyendo con 12% del Producto Interno Bruto de la isla (Pang Eng Fong, 1995, p. 122-3). La parte extranjera equiparable a la industria electrónica de Singapur era 88% en 1992. Todos estos números son similares para la electrónica de Malasia. Pero las similitudes paran aquí.

El valor agregado y los diferenciales en ingreso per cápita entre la electrónica de Singapur y de Malasia son notablemente grandes. Por comparar, Penang representa la más avanzada de las tres regiones de la electrónica de Malasia y tiene apenas 87,000 empleados en electrónica en contraste con 127,000 en Singapur. Pero la electrónica de Penang genera menos de 4 mil millones de ringgit (apenas arriba de mil millones de dólares de EE.UU.) para los $13.20 miles de millones de Singapur (8 mil millones de dólares de EE.UU.), que se traducen en 12,000 dólares de EE.UU. en valor agregado por persona en Penang contra 63,000 dólares de EE.UU. en Singapur. Este múltiplo de 5 es menor que el múltiplo del ingreso per cápita entre Singapur y Malasia de más de 6 en 1997 (26,475 dólares de EE.UU. a 4,320 dólares de EE.UU. (tipo de cambio de EE.UU. $1=RM 2.81, EPU, 1998 y Chia, 1998 p. 1).

Una enorme brecha entre los niveles de ingreso en Johor y Singapur ha persistido aun cuando son elementos de un único sistema de producción integrado. ¿Por qué? ¿Qué puede aprenderse de la experiencia de Singapur al generar crecimiento rápido? La gestión de la tecnología y el modelo de la dinámica del *cluster* proveen una cantidad de pistas. Cada una de las siguientes características existen en Singapur. Al mismo tiempo ofrecen criterios para evaluar la posición actual de las tres regiones de la electrónica de Malasia y configurar una visión de su transformación.

Empresas emprendedoras. Una base emprendedora dinámica es crítica para adquirir tecnologías y explotar oportunidades de mercado. La política industrial de Singapur reconoció primero, el papel crucial de las empresas emprendedoras y que las empresas emprendedoras pueden ser locales, *joint ventures* y subsidiarias extranjeras; segundo, que la capacidad emprendedora oriunda era insuficiente, y tercero, que las empresas emprendedoras son tanto empresas en aprendizaje y tienen apetitos voraces para capacidades de ingeniería.

La estrategia de desarrollo se basó en sincronizar la formación de habilidades con la progresión de empresas a lo largo del espectro de capacidad de producción. La estrategia no se basó en pasar por alto las tecnologías sino en avances incrementales en las capacidades de producción que facilitaron transiciones a través de los modelos de gestión de tecnología. La estrategia no fue conducida por la I&D o por el diseño sino basado en mejorar las capacidades de manufactura en sincronización con la ingeniería y la base de habilidades técnicas.[9]

9. Mike Hobday presenta un caso de estudio de Wearnes Hollingsworth Group, una empresa emprendedora propia de singapureños. Wearnes comenzó como un subcontratista de conectores y progresó hacia un fabricante de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés), fabricante de diseño original (ODM, por sus siglas en inglés) y fabricante de marca original (OBM, por sus siglas en inglés) en computadoras personales y añadió software y capacidades de I&D para habilidades de manufactura básica en electromecánica e ingeniería

Ingeniería y formación de habilidades técnicas. El papel de la formación de habilidades merece especial atención. Siow Yue Chia, director del Instituto de Estudios del Sudeste de Asia en Singapur señala que

> ...desde los 60s, el sistema educativo ha sido continuamente reestructurado-con énfasis en educación técnica y vocacional por debajo del nivel superior para proveer una fuente creciente de trabajadores expertos y técnicos, y rápida expansión de la ingeniería, negocios y educación de computación al nivel terciario. Cuarenta por ciento de los graduados de politécnicos y universidades son entrenados en ingeniería y áreas técnicas. La proporción de un grupo de edad inscrito en politécnicos y universidades está dirigida a alcanzar 60% para el año 2000. La educación formal es complementada con entrenamiento en institutos especializados en entrenamiento industrial para producir artesanos calificados y técnicos. El establecimiento de la *Skills Development Found* provee entrenamiento actualizado para todos los actualmente empleados. (1998, pp. 2-3).

Empatar capacidades productivas y oportunidades productivas. La gran confianza en las ETNs fue una manera de fijar su atención en construir capacidades de manejo de manufactura y tecnología que se empataron con las oportunidades de mercado (oportunidades productivas en términos del modelo de dinámica de *cluster*). Con el desarrollo de capacidades de diseño principalmente las empresas manufactureras (o subsidiarias) dieron un gran paso para llegar a ser empresas emprendedoras. Estas firmas están aun a cierta distancia de tener capacidades de innovación, al menos en el caso de la electrónica. La innovación de punta está concentrada dentro de los *clusters* de la electrónica particularmente en Silicon Valley y la Ruta 128.

La ventaja competitiva en la manufactura y los servicios asociados con bajos costos, ingeniería en producción de alta calidad. Singapur no buscó entrar en competencia con regiones que tienen ventajas competitivas en *software* o integración de *software-hardware* sino construir una ventaja competitiva en servicios de ingeniería de producción de alta calidad y entrega a bajo costo. Esta ventaja competitiva va más allá de la manufactura, hacia capacidades de "empaque e integración" que sustentan el surgimiento de Singapur como un centro de operaciones regional para ofrecer servicios de manufactura. Un análisis *cluster* captura la extensión total de lo que servicios manufactureros significa.

de precisión. Hobday apunta que: "En los inicios de 1990, Wearnes todavía vio sus principales fuerzas tecnológicas en la ingeniería de alta calidad aplicada a las tareas interconectadas eléctricas y electromecánicas, en manufactura de conectores, embalaje de chip, moldeado de plástico y galvanizado, más que *software* o I&D" (1995, p. 1183).

Singapur como un empacador y un integrador. La expresión "empacador e integrador" viene de Enright, Scott, y Dodwell (1997). Captura la idea de que Hong Kong o, por extensión, los empresas de Singapur, no son simples coordinadoras de actividades regionales sino "instigadoras e iniciadoras" de actividad económica, empatan la demanda y la oferta a nivel local, regional y global. Tales empresas (o grupos conectados en red de empresas) representan un complejo de actividades que les permiten añadir valor

> "a través de su conocimiento de las fuentes y mercados de destino, a través de su familiaridad con las capacidades de producción de literalmente miles de fábricas diseminadas en toda Asia, a través de las capacidades avanzadas en logística, y a través de la experiencia en el manejo de subcontratistas. Más que un 'intermediario', la empresa de Hong Kong [sustituto de la de Singapur] llega a ser una socia completa para el cliente, coordinando y combinando, 'empaque e integración' un rango de actividades frecuentemente más allá de las capacidades del cliente...Proveen un centro de operaciones completo para la gestión, financiamiento, tecnología, diseño, *prototyping*, control de calidad, marketing, y servicio de distribución entre las plantas de ensamble dispersas en una mano, y vendedores minoristas en la otra" (1997, p.55).

El *cluster* que captura todo de las firmas implicadas en las actividades de 'empacador e integrador' rompe cualquier dicotomía manufactura/servicios; e incluso trasciende la metáfora de la cadena de valor con la de red de valor. La idea de cadena de valor se deriva de una lineal, contexto de línea de montaje; la

idea de red de valor captura la idea de coordinación en tiempo real e integración de diseño a través de las actividades.

La caja del lado izquierdo en el flujo circular dinámico del *cluster* del Esquema 1 captura la capacidad de una región para crear rápidamente redes de valor. Los papeles tanto del rematador o del administrador de nivel medio en economía de equilibrio son remplazados por el integrador de red en el paradigma de la dinámica. La capacidad de integración de la red opera a nivel empresarial. En ambos casos cada unidad es flexible y sensible al diseño y el todo está sujeto a rediseño para dirigirse a nuevos retos. En tanto que la integración de sistemas depende de las reglas de interconexión técnica, la integración de la red depende de las interacciones sociales de confianza. La proximidad es importante para ambas; de este modo la ventaja metropolitana.

La extensión y tipo de especialización en la caja de arriba del flujo circular dinámico del *cluster* en un *cluster* metropolitano dinámico contiene un conjunto de variedades de actividades de tipo de servicio. En el caso de Singapur muchos de estos son elementos de un *cluster* de servicios de manufactura. Singapur no puede ser culpado por haber ignorado el papel de las empresas proveedoras "de baja tecnología" para un *cluster* flexible "de alta tecnología". El sistema de formación de habilidades de Singapur ha provisto un flujo constante de mano de obra calificada para mantener una base regional de suministro para la pequeña –y mediana– empresa (PYME) compuesta de maquinaria de herramientas, trabajo con metal, procesamiento de plástico, fabricación de troquel y molde, fabricación de instrumentos, e insumos especializados relacionados con la manufactura.

El crecimiento y el valor agregado en Singapur vienen del desarrollo de la dinámica de *cluster* involucrando empresas emprendedoras de reforzamiento mutuo, desarrollando capacidades únicas, los subproductos y las puestas en marcha que son facilitados por la formación de habilidades y la infraestructura, y una proliferación de empresas especializadas que pueden combinar horizontalmente y recombinar a proyectos de rápida realización.

Hay evidencia de que la industria electrónica de Penang está en medio de una profunda transición en ventaja competitiva, cuyas delineaciones se están aclarando. La ventaja competitiva naciente está siendo manejada por una serie de "dinámicas de *cluster*", las cuales se han anclado en los nuevos modelos de negocio que se han establecido en las empresas líderes de electrónica y en distritos industriales en los que operan.

3. Penang: aplicación del modelo de dinámica de *cluster*

Penang, uno de los trece estados de Malasia, estuvo sufriendo a finales de los 60s. Su papel comercial histórico virtualmente desapareció con la agitación política y la reestructuración nacional y el desempleo alcanzado de aproximadamente 15% (Koh Tsu Koon, 1995, p.2). En 1969 el gobierno de estado estableció la *Penang Development Corporation* (PDC) para "para promover y hacerse cargo del desarrollo socio-económico de Penang" (PDC, 1994, p.4). La PDC desarrolló programas en industrialización, urbanización, reforma urbana, promoción turística y desarrollo de recursos humanos. En los próximos 25 años Penang se convertirá en un centro de manufactura: la participación de la manufactura en el PIB creció de 13% a 50% (Koh Tsu Koon, 1995, p. 2-3).

Pero ¿es la industria electrónica de Penang un *cluster* dinámico? Sí es así, ¿por qué no ha redituado un funcionamiento de mayor valor agregado? Nos dirigimos a evidenciar que un sistema manufacturero basado en el *cluster* está surgiendo utilizando el modelo de dinámica de *cluster*.

3.1. Especialización *(micro-diversidad)*

Mientras que la región de Penang empezó con una especialización mayormente concentrada, en primera instancia, en el ensamblaje, seguido por el empaque y la prueba de semiconductores, construyó una capacidad de producción de gran volumen en componentes

electrónicos que se extienden sobre los discos duros y, más recientemente, sobre muchos elementos de la cadena de suministro de la PC (DCT, 1998).[10] Mientras que muchas de esas partes y componentes son elementos en redes de producción globales que son coordinadas por los centros de operaciones de las ETNs y no intersectan profundamente, en años recientes han presenciado una transición a una base de proveeduría regional con un creciente grado de integración horizontal local. Esta ha sido acompañada por el surgimiento de una base proveedora localmente propia con capacidades crecientes en manejo de tecnología.

Una serie de estudios confirman el mejor funcionamiento de la región de Penang entre las tres concentraciones regionales de productos eléctricos y electrónicos en Malasia. Por ejemplo, en un estudio de absorción de tecnología y difusión entre empresas de apoyo local en la industria electrónica, Suresh Narayanan da evidencia de una gran brecha entre Penang y el Valle de Klang. Él hace la siguiente declaración sumaria:

En términos de nuestro escenario de transferencia, mientras que todas las empresas en ambas áreas han pasado la primera etapa de transferencia (adopción), el progreso en la segunda etapa de absorción es marcadamente diferente entre empresas de asistencia en Penang con relación a aquellas en el Valle de Klang. Mientras más de la mitad de las empresas en Penang se han movido a la tercera y cuarta etapas de absorción de tecnología (habilidades de reparación/modificación), la mayoría de las del Valle de Klang está todavía en la primera etapa de absorción (1997, p.22).

El nivel mayor de difusión de tecnología en Penang está ligado a una proporción mucho mayor de subcontratación local por empresas locales. Narayanan encuentra que mientras que empresas locales de asistencia en Penang originan 46 % de sus insumos localmente, la cifra estaba abajo del 13 % para las empresas del Valle de Klang (1997, p. 23). En un estudio detallado

10. DCT Consultancy Services, una subsidiaria totalmente propia de la Penang Development Corporation ha identificado docenas de partes y componentes especiales a lo largo de la cadena de producción que son producidas en Penang y las compañías involucradas (DCT, 1998).

de las relaciones entre siete compañías electrónicas y nueve empresas con máquinas herramientas autóctonas en Penang, Rasiah (1994) encontró que estas últimas fomentaron el crecimiento de proveedores de segundo y tercer nivel. Narayanan sintetiza los descubrimientos de Rasiah (1997, p. 25):

Los vendedores del primer nivel (aquellos que tuvieron los primeros vínculos con las empresas del sector electrónico) han elegido, a tiempo, especializarse en ciertas funciones, y pasado algunas de sus tareas previas hacia las empresas de herramienta mecánica del segundo nivel a quienes ahora alimentan. Estas empresas de segundo nivel han seguido originando sus propias empresas subcontratistas de tercera fila, dándoles simplemente tareas como la fabricación de partes que no es ya rentable para la formadora. En ese sentido, no sólo creció el número de empresas de herramienta mecánica sino que ha habido un mayor grado de especialización entre ellas. Estos descubrimientos sugieren una más amplia difusión de tecnología a través de empresas de primer nivel hacia empresas más pequeñas que les dan servicio. Los descubrimientos de este estudio han sido corroborados por otros observadores también (Teh, 1989).

La combinación de un desarrollo de una concentración regional (manufactura de alto volumen en componentes electrónicos) y una iniciativa de especialización es el componente esencial para la dinámica de *cluster*. No obstante, la industria electrónica de Malasia tiene una base pequeña de PYMES en una comparación internacional. Desde el establecimiento de la primera planta de semiconductores en Penang en 1972, la industria ha crecido a más de 850 compañías. La electrónica de Taiwán, que tiene una industria con apenas el mismo número total de empleados, consiste en más de 3,300 empresas (Dahlman, 1993, p. 257).

3.2. Empresas desarrolladoras y emprendedoras

La estrategia de la PDC fue buscar las empresas de electrónica más emprendedoras del mundo, muchas de las cuales ajustan en

lo que Andrew Grove de Intel (1996, p.42) describe como la 'nueva industria horizontal de la computadora' (TM 5 en el Cuadro 1, un modelo de negocios asociado con la integración horizontal, aprendizaje colectivo, e instituciones comunitarias). Los principales ejemplos incluyen Intel, Motorola, y Dell.

La electrónica de Penang ha avanzado con el desarrollo de estas compañías. Lim (1991) describe en detalle los movimientos progresivos de Intel de ensamblaje al cambio creciente de generación de capacidades haciendo posible para los centros de operación transferir tecnología a Penang y para la planta local moverse a actividades de valor agregado más complejas.

El centro de diseño de Intel en Penang, establecido en 1980, tiene 250 personas y ha progresado por tres etapas. Primero, se ocuparon del diseño y rediseño de productos maduros por ejemplo el microprocesador Intel 286, para mejorar la optimización, tasas de rendimiento, y robustez. Al mismo tiempo desarrollaron la capacidad para diseñar chips que permitieron, en 1992-4 la segunda etapa. Proliferación de productos. Durante este periodo la primera patente fue otorgada. La etapa tres ha involucrado al centro de diseño de Penang en el diseño original para *comodities* o aplicaciones empotradas y para unidades centrales de procesamiento (CPU) de las PCs y grupos de chips. Una segunda patente fue adjudicada por la propiedad intelectual de su trabajo en un nuevo CPU de 8 bit para aplicaciones de microprocesadores empotrados, otras cuatro patentes están pendientes. La misión del centro de diseño es "ofrecer productos urgentes más rápido que nuestros competidores"

CUADRO 1. Cinco casos de Administración de Tecnología

	Caso	Principio de Producción	Aplicación	Dinámica en el desempeño	Capacidad Organizacional
TM 1	Armory	Intercambiabilidad	Remplazar ajustadores manuales	Funcionamiento del producto	Ingeniería de producto, *Mach* especial y mecanizado
TM 2	Ford	Flujo	Producto único	Costo	Ingeniería de proceso, *Synchron.*
TM 3	Toyota	Flujo	Productos múltiples	Costo, calidad, tiempo de espera	*GT, Cellular Manu., Laizen*
TM 4	Canon	Flujo, integración de sistemas	Producto nuevo *Dev.*, integración tecnológica en general	Innovación de producto	I&D aplicada, tecnología propietaria *Dev.*
TM 5	Intel	Flujo, integración de sistemas	Producto nuevo concepto, diseño de sistema nuevo	Productos inteligentes	Ing. en sistemas y *software*, integración de ciencia y tecnología y funcionamiento en red, transiciones de sistema

FUENTE: Best (1998).

La de Motorola es una historia similar (Ngoh, 1994). El centro de I&D que comenzó con cuatro ingenieros hoy tiene cerca de 120. La Motorola de Penang cuenta con el liderazgo en Asia para los teléfonos inalámbricos CT2. El Centro hace diseño de nuevos productos, interface por medio de producto-proceso y proceso de manufactura avanzada.

Los centros de operación asiáticos de Dell están en Penang. Dell es un innovador industrial, este es el ejemplo más destacado de la oportunidad que el internet ha creado para construir un modelo de negocios de clientes masivos. El modelo de negocios

"producir por encargo" (*produce to order*) de Dell combina sistema de producción de Toyota (manufactura de celulares, JIT, kanban, transición rápida, mejoramiento continuo, equipos de trabajo autodirigidos) con internet para integrar la producción y la distribución en un único proceso de alta capacidad de producción. La fábrica de Dell responde directamente al consumidor final; todos los intermediarios en la distribución son eliminados La era de la cobertura de las necesidades individuales de la masificación de clientes, en la que cada producto era ensamblado para cumplir unos requisitos específicos del cliente, ha sido prometida por una década pero la organización de Dell aunada al internet la hicieron posible.

Las implicaciones son potencialmente tan profundas como otras innovaciones tecnológicas como el rediseño de la arquitectura de la fábrica de Ford para utilizar la llegada del caballaje fraccional, motores eléctricos de manejo por unidad para lograr, por primera vez, producción sincronizada o masiva (TM 2 en Cuadro 1). Para alcanzar las oportunidades del nuevo modelo, Dell ha desarrollado capacidades de ascenso rápido que son la excepción incluso para Penang; o quizá Dell localizó sus centros de operaciones regionales en Penang por su ventaja competitiva en cuanto al mejoramiento rápido de la producción. Dell logró la certificación ISO 9002 dentro de los 8 meses de haber comenzado su producción, el plazo mínimo legal.

Más aún, Dell persigue una estrategia simultánea de lanzamiento. Esto significa que los productos hechos en Penang son productos de primera generación, los mismos productos hechos en las plantas de oficina de la ciudad natal de Dell. Esto incrementa el reto y las oportunidades para proveedores locales para Dell para estar en el filo de desarrollos de tecnológicos y de nuevos productos.

Rasiah (1995, caps. 6-7) identificó casos de intensificación de capital humano en divisiones locales de fomento de transferencia de tecnología de ETNs, particularmente vía desplazamiento a las empresas locales de personal calificado. En palabras de Rasiah:

> Intel, AMD, National Semiconductor...y Motorola de Malasia reportaron que el personal formador...hubieron iniciado nuevas empresas, y han ofrecido soporte técnico sustancial para empresas locales (1998, p. 10).

No es sorprendente como estas compañías son empresas desarrolladoras en los Estados Unidos y tienen antecedentes derivados de mucho tiempo. Las plantas subsidiarias de National Semiconductor en Penang, Dynacraft y Micro Components Tecnology, entrenan mucho del personal clave de la región en cuanto a ingeniería de precisión y trabajo con metal que ahora dirigen empresas locales exitosas, incluyendo a Rapid Synergy.

El desarrollo de empresas proveedoras en trabajo metálico, maquinado y mecanizado, y plásticos es crítico para mantener la ventaja competitiva de la electrónica en Penang. Pero, al mismo tiempo, el número de empresas emprendedoras de propiedad malaya (empresas con capacidades de diseño y desarrollo de nuevos productos) en la electrónica es limitado. Ejemplos destacados en Penang son Eng Technology Holdings, UNICO Technology, y Globetronics. Cada una ha sido descrita por Lim Kah Hooi (1997).

Eng mantiene 8 % de la cuota del mercado mundial de operadores de discos (*disk drive actuator)* (un componente de precisión); sus clientes son la industria mundial de discos flexibles y semiconductores. Comenzó en 1974 proveyendo gigas y *fixturing*, graduó a grupos de troquelado de precisión y mecanizado provistos para a rápidamente creciente industria electrónica. Actualmente ENG consiste en 4 subsidiarias principales empleando 350 personas pero también está involucrada en una serie de *joint ventures* en Penang, las Filipinas, y Hong Kong a fin de proveer operadores en una base JIT (Lim, 1997; Rasiah, 1998b y 1999).

UNICO fue establecido en 1992 por Intel Cooperative; el primer producto fue el ensamblaje de tarjetas madre para Intel de Penang (Lim 1997). Muchos administradores fueron apoyados durante la puesta en marcha. La administración se ha integrado hacia arriba rápidamente desde un ensamblador de tarjeta de circuito impreso a un fabricante de caja de producto OEM y ODM a través de alianzas con compañías en Canadá y Europa. En 1996,

UNICO firmó 4 acuerdos *joint venture* para fabricar estaciones de trabajo de PCs, computadoras *notebook* Pentium, *modems*, CD ROM drives, y teléfonos inalámbricos digitalmente mejorados. UNICO busca ventas por mil millones de dólares para 2002.

Globetronics, incorporado en 1990, fue fundado por dos tecno-emprendedores locales quienes dejaron Intel de Penang para hacer manufactura de contrato.[11] En palabras de Lim (1997):

> En aquel tiempo Intel estuvo transfiriendo nuevos productos en un ritmo acelerado desde sus centros de operaciones empresariales e Intel de Penang estuvo buscando un modo rápido de aumentar su capacidad. Como tal Intel de Penang decidió sacar los productos más viejos junto con el grupo entero de equipo a Globetronics.

Globetronics ha formado *joint ventures* con Sumitomo Metal Electronics Devices de Japón para proveer a la industria de semiconductores con sustratos de cerámica, ensamble de PCB (*printed circuit boards*), revestimiento y servicios de lanzamiento de nuevas computadoras para verificar su funcionamiento (burn-in services). La meta de las compañías es llegar a ser un *turnkey contract manufacturer* para la industria de semiconductores.

Además de UNICO y Globetronics, el CEOs de Sanmatech, Rodel, y Moles, y Altera (el primer estudio de diseño de la región) provienen de Intel.[12] El ex-administrador de Intel también jugó papeles clave en el desarrollo de Dell-Penang y AIC Semiconductor, que es de la localidad. Dos de los ingenieros de diseño de Intel dejaron de ayudar a levantar el centro de diseño de AMD.

Los subproductos de Motorola que proveen a las ETNs con cumplimiento de producción de clase mundial incluyen Sanda Plastics, LBSB, Eastrade y BCM Electronics. Micro Machining, una subsidiaria de National Semiconductor, desarrollo las habilidades de personas clave en Priority Plus (un manufacturero por

11. MTDC mantiene el 30% de las acciones de Globetronics.
12. La información en este párrafo fue provista por Wong Siew Hai, Director Administrativo de Intel de Malasia y Anna Ong, DCT Consultants en entrevistas personales.

contrato local) y en Rapid Synergy (productos plásticos y hechura de moldes).

Intel, Motorola y, potencialmente, Dell son excepcionales en el compromiso para la innovación local y oportunidades para conducir la dinámica de *cluster*. Son empresas desarrolladoras dentro del contexto de Penang las cuales están incrementando la base de habilidades de la región (habilidades técnicas y administrativas), un prerrequisito para hacer la transición hacia la manufactura integrada asociada con TM4 y TM 5 en el Cuadro 1. Lo que es necesario son docenas de empresas emprendedoras de la localidad tales como ENG's, UNICO y Globetronics.

Martín Bell y Mike Hobday condujeron una encuesta de ingeniería, soporte técnico, I&D, e innovaciones recientes en 20 compañías líderes de electrónica en Malasia. Sus datos mostraron "necesidades tecnológicas de mediano plazo y soporte técnico substancial para la producción" (1995, p. 47) y que "Un gran acuerdo de actividad innovadora es llevado acabo, no sólo en cambio de productos y procesos sino también en el diseño y aplicación de cambios organizacionales" (p. 47). Ellos añaden que "En ningún caso fue emprendida localmente investigación básica o de largo plazo (e.g. en cuanto a nuevos materiales o ingeniería de software avanzado)...En pocos casos alguna investigación relacionada al diseño del producto y desarrollos de procesos fue llevada a cabo por las empresas más grandes" (p. 47).

3.3. Variación tecnológica

No es sorprendente que, la parte superior de la caja no incluya ejemplos de evolución tecnológica (o la creación de nuevos sub-sectores industriales) a escala mundial. Esto es principalmente porque las ETNs de la electrónica realizan 'proliferación de producto' en vez de diseño de producto y desarrollo de nuevo producto en Penang. Pero la variación tecnológica para la región está ocurriendo.

El desarrollo temprano de la ingeniería y maquinado de precisión son ejemplos de nuevos sub-sectores para la región

que incrementan el potencial para la diversidad tecnológica. Para el futuro, el lugar para encontrar potencial para subproductos relacionados con la tecnología reside en las capacidades de diseño de empresas emprendedoras.

El surgimiento de Altera, el primer estudio de diseño, señala un nuevo desarrollo críticamente importante en la transición de Penang. Las habilidades necesarias para las operaciones de "interfaz de usuario" *("front-end")* como diseño de *chip*, integración de sistema, ingeniería en aplicaciones escasean en Penang y lo que existe están enfrascadas en el plantel de I&D de un puñado de ETNs. El Centro de Diseño de Intel es un microcosmos, interno para Intel, de los tipos de capacidades de diseño que deben de convertirse en parte de las capacidades de un *cluster* más amplio para Penang para realizar la transición a una dinámica de *cluster* más poderosa. El *Penang Design Center* cuenta con 3 fases en el desarrollo de capacidades de diseño y herramientas a través de las siguientes disciplinas: ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería en software, comunicaciones y *media*, diseño industrial, y manufactura.[13] Diecinueve herramientas de diferente *software* están involucradas; el centro de diseño de Penang tiene al menos un instructor para cada herramienta.

La importancia del desarrollo de habilidades locales no puede ser destacada en demasía. Como un CEO lo dijo, "Si los cambios fuera de la organización están sucediendo más rápido que los cambios dentro, entonces el fin está cerca" (Lim, 1997, p.4). Este es un tema recurrente.

3.4. Integración horizontal y reintegración

Compañías tales como Intel, Motorola, y HP han atraído proveedores del primer nivel de clase mundial incluyendo manufactureros a contrato como Solectron quien, en cambio, han completado la base de proveedores de PCs haciendo atractiva para ensambladores de PCs innovadoras tales como Dell. La estrategia de Dell de combinar el sistema de producción Toyota con el canal de distribución vía internet ha revolucionado la industria de la PC; un segundo aspecto de la estrategia de Dell, lanzamientos simultáneos a nivel mundial de producto ha creado presiones en la base de proveedores de Penang para operar en la frontera de capacidades de producción con tecnologías de primera generación.

Hoy en día Penang ofrece capacidades para la manufactura del estado del arte y rápido ascenso para estándares de alto funcionamiento para compañías conducidas por el mercado o conducidas por el diseño de cualquier parte del mundo.

Xircom, por ejemplo, es una compañía de telecomunicaciones de rápido crecimiento que "comenzó la revolución de la computación móvil" con adaptadores pequeños, de bajo costo que hacen posible para usuarios de PCs y *notebooks* acceder a redes empresariales. El adaptador Xircom convierten a las *notebooks* en PCs de escritorio en términos de conectividad a redes de área local pero sin sacrificio de la movilidad de la *notebook*. Los productos de Xircom son hechos en Penang únicamente. El director administrativo local fue elegido por sus redes en Penang. Él pudo construir un equipo de administración; armar el personal de operación; identificar, establecer y equipar una planta; y llevarla rápidamente hacia un funcionamiento superior en un breve lapso de tiempo que quizá es el más rápido en el mundo.

Hacer la planta operacional ha involucrado la interacción corriente con Automated Technology, un proveedor de automatización de proceso literalmente al otro lado de la calle. El personal de Automated Technology trabaja dentro de la planta de Xircom. Esto es de lo que trata la integración horizontal y el aprendizaje colectivo

13. El *Penang Design Center* busca desarrollar el diseño de estado de arte y capacidades de manufactura para transformar conceptos de producto en productos viables. Los avances en software, y modularización, han conducido abajo del tiempo. El proceso de diseño tiene cinco fases: definición de productos, diseño funcional, diseño lógico, diseño de circuito, y diseño de presentación.

3.5. La dinámica de cluster de Penang: manufactura fuerte; innovación débil

La industria electrónica de Penang es un cluster dinámico que surge con *déficit* en habilidades de ingeniería, en la extensión y densidad de redes de valor, y en empresas emprendedoras. Al mismo tiempo Penang tiene capacidades de manufactura que pueden servir como una plataforma para realizar la transición a una dinámica de *cluster* que fomente la innovación industrial. Vemos primero hacia una lectura optimista del potencial de transición basado en las considerables fortalezas de Penang.

3.5.1. Las fortalezas de Penang: una plataforma de manufactura electrónica

Primero, las ETNs continúan localizándose en Penang porque les ofrece una plataforma de producción poderosa. Por ahora esta plataforma de producción tiene mucho que ofrecer que no está disponible en otro lugar.

Segundo, las ETNs, a fin de permanecer competitivas, han desarrollado capacidades de manufactura de clase mundial en Penang a niveles TM 2 (ver Cuadro 1), que es producción masiva incluyendo sistemas JIT (*just in time*) y TQM (*total quality manufacturing*) con una serie de ejemplos de TM 3. Estas prácticas de producción permiten a compañías participantes alcanzar estándares de funcionamiento de clase mundial en costo, calidad, y tiempo (no en tiempo hacia el mercado para innovación y desarrollo de nuevo producto).

Tercero, las ETNs estadounidenses localizadas en Penang tienden a seguir el modelo de negocios de Silicon Valley que hace hincapié en a integración horizontal, aprendizaje colectivo, e identidad comunitaria.

Muchos aspectos de Silicon Valley han sido transplantados simplemente porque está incluido en el modelo de negocios que informa sus prácticas diarias.

Cuarto, el rango de compañías, servicios y división del trabajo en Penang constituye un distrito industrial de"sistema abierto" "*open system*" en el que virtualmente todas las actividades requeridas para una rápida puesta en marcha e intensificación de la producción de alto volumen en base a JIT están virtualmente co-localizadas.

Quinto, la *Penang Development Corporation* ha sido una organización intermediaria ejemplar en identificar y decidir sobre las necesidades colectivas y empresas locales facilitadoras para aprehender oportunidades para el desarrollo creadas por la presencia de ETNs. Un ejemplo sobresaliente es el *Penang Skills Development Center*.

Sexto, la industria electrónica de Penang, como un distrito industrial constituido principalmente por ETNs pero con creciente participación local, está siendo conducido por un grupo de fuerzas dinámicas que están incluidas en la competencia basada en el producto. Estas fuerzas están creando nuevas oportunidades para hacer progresar capacidades locales si las políticas correctas son desarrolladas,

Séptimo, el "colegio invisible"de formación de habilidades de compañías es considerable en Penang, Muchas de las grandes compañías de Estados Unidos y Japón invierten montos grandes, individual y colectivamente, en habilidades de taller. Una auditoría de la cantidad y calidad de los graduados del "colegio invisible" de estos programas pueden revelar un activo regional considerable o "capital social". Estas habilidades representan un gran activo regional que ha sido acumulado por más de 25 años.

Octavo, la capacidad de rápida integración horizontal y reintegración para proveer nuevos productos toma tiempo para desarrollarse, no es fácilmente imitada, y es problemática en regiones con salario alto. Ofrece una plataforma de ventaja competitiva sobre la que Penang puede avanzar hacia capacidades administrativas de tecnología superior. Pasos obvios son la transición hacia la manufactura integrada de computadoras (CIM) para volúmenes más pequeños, productos de mayor mezcla. Es-

tos tienen analogías, en términos de capacidades organizacionales y de producción, para la transición de TM2 a TM3 en el Cuadro 1. Un segundo paso es cambiar hacia una capacidad de manufactura a contrato regional que puede también proveer tecnología relacionada a los servicios incluyendo servicios de diseño, ingeniería de prueba y diseño de equipo, calificación de componente, análisis de falla, análisis de valor/ingeniería de valor y *prototyping* (Kimmel,1993, p. 156).

3.5.2. El reto de Penang: déficit de habilidades e innovación

Penang es una historia exitosa de la industria electrónica. Pero aún cuando Penang ha atraído muchas de las compañías líderes mundiales en electrónica y construido un *cluster* de la electrónica el nivel de valor agregado es pequeño y declinante.[14] La baja productividad total de los factores es reflejada en un bajo nivel de ingreso per cápita relativo a Singapur (cerca de una sexta parte). ¿Por qué alto crecimiento y ganancias limitadas en el ingreso per cápita? Mucho del crecimiento está ligado a acumulación amplia o crecimiento en trabajo y en capital en vez de ganancias en capacidades de organización. Esto, en cambio, refleja una realidad preocupante: la capacidad de manufactura está aceleradamente convirtiéndose en un *commodity.* Con el refuerzo en las capacidades de producción en volumen a través del Este de Asia, las plantas de manufactura están en exceso de oferta. Las capacidades incipientes de China en esta área solamente intensificarán la tendencia de la manufactura de producción en masa a ser *commodity*.

En contraste, las actividades de "empaque e integración", que conectan la demanda global con la producción, y las capacidades de manufactura mejoradas de "servicio y tecnología" son

14. Lim (1997) sugiere una caída en el valor agregado de la electrónica de 31.4% en 1985 a 19.4% en 1994.

relativamente escasas y ordenan reingresos mayores.[15] El problema es que Penang carece de ambas capacidades "empaque e integración" en relación con Singapur y las capacidades de innovación tecnológica de Taiwán; en cambio, como un centro de manufactura es presionado por regiones con capacidades similares a lo largo de Asia Oriental. Peor aún, como un seguidor, Penang tiene un potencial pequeño para luchar tanto con la ventaja metropolitana de las capacidades de "empaque e integración" de Singapur como con las capacidades de formación tanto de Taiwán o Singapur en la manufactura intensiva en ingeniería. Además, a pesar de que Penang se beneficia de las dinámicas de *cluster* en electrónica el número limitado de empresas, la diversidad tecnológica, las puestas en marcha y los declives sugieren que es una dinámica de *cluster* débil sin las inyecciones de alta potencia tanto de institutos de investigación, como en Taiwán, o intensidad de sector-servicio, como en Singapur.

Desde esta perspectiva, la infraestructura institucional, física y de formación de habilidades de Penang orquestada por la *Penang Development Corporation* fue altamente exitosa guiando la transición hacia un *cluster* de manufactura de alto volumen. Sin embargo una nueva transición es solicitada y requerirá de un grupo totalmente diferente de capacidades institucionales y de formación de habilidades. Desafortunadamente, hasta la fecha, una estrategia similar o consenso no ha sido desarrollada para empezar a movilizar los recursos.

La caída más crucial se dio en la formación de habilidades requerida para fomentar las empresas emprendedoras y la innovación industrial. No hay atajos: la innovación en electrónica es intensiva

15. Cary Kimmel, un ejecutivo de Xerox, reporta que una encuesta de Xerox de proveedores en el Este de Asia conducida en 1987-1989 reveló lo siguiente "Compañías que proveen SyT [factores relacionados a servicio y tecnología] experimentaron una tasa de crecimiento de más de 400 % durante el periodo de tres años comparado con sólo 30 % para las compañías manufactureras de contrato tradicional. Esto es de más que interés pasajero que el crecimiento mayor fue experimentado por aquellas compañías localizadas en países con políticas nacionales bien definidas que alientan el crecimiento de capacidades de SyT" (1993, p.158).

en ingeniería. Las habilidades ligadas a la innovación limitada de Penang, dadas las capacidades de manufactura considerable, ilustran los límites de una infraestructura electrónica que no incluye capacidades de formación de habilidades fuertes en áreas tales como ingeniería de diseño, ciencia computacional, análisis de sistemas, y tecnología de la información generalmente.

El problema consiste en comprender en Penang. Koh Tsu Koon, el *Chief Minister* de Penang, indica los números involucrados, si no la escala de inversión en educación superior requerida para afrontar el reto:

> Está estimado que hay ahora cerca de 12,000 científicos e ingenieros con grado de Licenciatura en Ciencias o su equivalente trabajando en Penang. Esto cuenta en una proporción de 10,000 científicos e ingenieros por millón de habitantes, lo que es menor que los más de 25,000 por millón de habitantes en Singapur y Hong Kong. Nosotros debemos por consiguiente apuntar a alcanzar la proporción de 25,000 para el año 2002 [...] con la población de Penang esperada para alcanzar 1.4 millones de personas, necesitaremos por lo menos 35,000 científicos e ingenieros para entonces, lo que significa que debemos producir y reclutar unos 23,000 científicos e ingenieros dentro de los próximos ocho años, o cerca de 3,000 por año. Esta es algo mucho muy difícil ciertamente. (1995, p. 12).

Con una proporción de 10,000 científicos e ingenieros por millón de habitantes, Penang más que cuadruplica el semblante nacional de Malasia de 2,300 por millón. Esto significa que Penang probablemente tendrá que aumentar sus propios ingenieros y científicos. Mientras que las empresas individuales pueden hurtar ingenieros una a la otra y pueden cosechar el cultivo existente de estudiantes, la región como un todo debe plantar nuevas semillas a base de un flujo expansivo de estudiantes entrando en programas relacionados a la ingeniería y a la tecnología de la información.

La industria y el gobierno del estado tienen una historia en Penang de colaboración sensible en formación de habilidades en el nivel de habilidades técnicas. Cada año el PSDC ofrece cursos

a más de 8,000 estudiantes. La colaboración ha contribuido a la orientación de currículum y a la mejora de habilidades de taller apropiadas para la producción de manufactura de alto volumen.[16] Actualmente, el PSDC se está adentrando en la tecnología de la información con una serie de proyectos piloto que, si son perfeccionados, pueden hacer una gran contribución para mejorar las capacidades de la IT de la fuerza de trabajo de la manufactura. Una compañía capacitadora para software de Bangalore, India ha sido contratada para enseñar habilidades de programación de computadoras.

¿Por qué la falta de un programa similar en el nivel de educación de ingeniería? Enfrentados con la escasez de habilidades de manufactura y habilidades técnicas, la industria y el Gobierno del Estado crearon el *Penang Skill Development Center* para expandir las habilidades.

La principal respuesta es que, en todo el mundo, incluso grandes compañías no tienen el horizonte temporal para dedicarse a la inversión en formación de habilidades para ingenieros o científicos de la computación. Fue una cuestión de meses entre el tiempo de que el concepto del PSDC fue establecido en mayo de 1989 y los cursos fueron en camino; dentro de meses las compañías fueron disfrutando de los beneficios de los programas de capacitación.

La primera razón, entonces son los plazos: no toma meses sino años para la capacitación de los ingenieros, e ingenieros en software y desarrolladores. La segunda razón es que la calificación de los profesores es mucho más alta. En el caso de las habilidades técnicas y de manufactura, las propias compañías pusieron en funcionamiento programas de capacitación afines y pudieron rápidamente mejorar la calidad de su cuerpo de maestros.

Por consiguiente, la limitación del cuello de botella en la formación de habilidades de ingeniería son los maestros calificados. Toma 4 años para incrementar la salida de nuevos ingenieros o científicos en el grado de licenciatura en ciencias

16. Lim (1997) documenta tanto las áreas de fuerza como las áreas perdidas.

incluso si la oferta de candidatos universitarios calificados está disponible. Incrementar el flujo en 3,000 por año significa 12,000 estudiantes en un programa de cuatro años y, con una proporción estudiantes a profesor de 15:1, 800 profesores adicionales con las calificaciones en ciencia e ingeniería apropiadas. Esto es algo muy difícil ciertamente.

Dada la escasez de ingenieros y científicos en Penang, encontrar a más de 800 profesores calificados con las capacidades necesarias y la experiencia será difícil. La fuente principal de candidatos probablemente sería desde adentro de las compañías ETNs y los trabajadores malayos en el extranjero. Atraer profesorado requerirá considerable atención para los asuntos de calidad de vida. Pero también involucrará considerable atención en un currículum apropiado para fundamentarse en las fuerzas y oportunidades estratégicas para la electrónica malaya.

Los beneficios de acumular programas de educación universitarios en ingeniería no son solamente en la formación de habilidades de ingenieros. El desarrollo de los *clusters* electrónicos tanto de la Ruta 128 y el Valle del Silicio involucró el desarrollo simultáneo de departamentos universitarios, institutos de investigación y currícula, en una mano, y rápido crecimiento de empresas emprendedoras, en la otra. Esta dinámica es el ambiente de invernadero que ha nutrido tecno-emprendedores (*techno-entrepreneurs*), conductores importantes de las dinámicas de *cluster*.[17] Esto captura el reto de hacer transiciones: sin los graduados adecuados, nuevos graduados no pueden ser producidos. No obstante deben serlo. Este es el caso en Penang. Requerirá el desarrollo de un plan en el que todos compañías, universidades, gobiernos regional y nacional hagan contribuciones substanciales.

Hay otra gran razón para hacer la inversión. Las habilidades y las escuelas son recursos locales e inmóviles. Los graduados de colegios regionales y escuelas técnicas alrededor del mundo tienden a permanecer en la región.

17. El mejor modelo para el desarrollo de tecno-emprendedores es Taiwán.

Hacer frente a lo "algo difícil" requerirá construir instituciones que, a su vez, requerirán un gran compromiso de financiación gubernamental, liderazgo político local, y asociación institucional en educación e industria para desarrollar las habilidades requeridas para hacer la transición. La diversidad de incentivos que atrajo a las ETNs a Penang fue exitoso pero no fueron apropiados para enfrentar el reto de la transición. Incentivos que enmascaran los fundamentos económicos –incentivos que si son retirados, no dejarán atrás actividad económica duradera en la región- deben ser evitados. La política industrial efectiva es más acerca de política educativa y política tecnológica que acerca de incentivos fiscales.

4. Implicaciones de política industrial

La política industrial, explícita o implícitamente, está anclada en un paradigma de crecimiento económico. El reto de crecimiento en la electrónica de Malasia es conducir a una transición cómo las regiones (empresas, gobiernos, instituciones educativas) invierten y organizan para facilitar la dinámica de *cluster* –los conductores de los que son empresas emprendedoras. Una visión clara del reto depende de alternar desde una política industrial informada por un paradigma de crecimiento de capital y trabajo, centrado en el mercado hacia un paradigma de expansión en innovación y conocimiento, centrado en las capacidades.

Las implicaciones de la política derivadas de la perspectiva de las capacidades y la innovación enfatizan la inter-relevancia de la organización de los negocios, capacidades de producción, y formación de habilidades. Se analizan nueve ejemplos.

1. Concentrarse en empresas emprendedoras. Las empresas emprendedoras son las conductoras del crecimiento. Son las 'primeras entre iguales' en el sistema de innovación regional. Son el microcosmos en el que el cambio organizacional coordinado en cada uno de las tres áreas de la organización de los negocios, capacida-

des de producción, y formación de habilidades toman lugar. Su desarrollo es la llave para un crecimiento orientado por la política industrial. Las empresas emprendedoras conducen la dinámica de *cluster*; crean presiones para la creación de nuevas empresas y difunden las capacidades de administración de la tecnología.

Las nuevas empresas emprendedoras pueden venir de varias fuentes incluyendo compañías diversificadoras *(diversifying companies)*, subproductos de compañías, laboratorios de investigación, programas de desarrollo de proveedores y subsidiarias de las redes de producción global.

Las empresas emprendedoras son empresas crecientes y colocan apuestas en desarrollos tecnológicos futuros. Muchas fracasarán. No juzguemos a las empresas emprendedoras o a los éxitos de política industrial en términos de la tasa de empresas sobrevivientes. Desde un punto de vista político el trabajo de las empresas emprendedoras es mejorar la capacidad del fondo de la ecología industrial regional. La siguiente ronda de nuevas empresas tendrá por esta razón más recursos para trabajarlos.

2. Difundir organizaciones de trabajo de alto rendimiento. Las empresas no pueden ganar la productividad incrementando las ventajas de tecnología de la información (IT) sin cambios equivalentes en la organización de los negocios. Los sistemas de trabajo de alto rendimiento (HPWSs) son importantes para la descentralización y la difusión de diseño y la aplicación de herramientas de desarrollo de nuevos productos como el diseño asistido por computadoras (CAD).

La dinámica de *cluster* es fomentada directamente e indirectamente por los HPWSs: directamente, en cuanto que las oportunidades para especialización requieren organización de trabajo sensible y flexible e indirectamente en cuanto a que los HPWSs están asociados con tasas mayores de creación de nuevas empresas las cuales a cambio pueden accionar nuevas rondas de dinámicas de *cluster*.

3. Fomentar redes abiertas. Las redes abiertas estimulan las 3 "Des": La descentralización y difusión del diseño. Las redes abiertas son muy pertinentes para las dinámicas de *cluster*: tecno-diferenciación e integración, combinaciones de nuevas tecnologías, evolución industrial, innovación regional y especialización de la capacidad regional. Las redes son una infraestructura para el modelo de enfoque y redes de negocios. También habilitan la difusión del principio de integración de sistemas.

La tecnología de la información ha jugado un doble papel: permite la integración de sistemas en ambas: organización de los negocios y de la tecnología. El diseño asistido por computadora, mediante la integración de *hardware* y *software*, ilustra el papel que la tecnología de la información puede jugar en la integración de sistemas. La tecnología de la información ha abierto el terreno de dimensiones de tamaño sub-micro en las que la naturaleza construye para la investigación y la manipulación. Pero incluso en las industrias 'viejas' la tecnología de la información agiliza el proceso del concepto producto reconsideración contínua *(continuously rethinking product concept)* por medio de la estimulación de cambios en el diseño en materiales y procesos.

El internet, que por sí mismo fusiona información y tecnologías de la comunicación. Ha asistido el establecimiento de protocolos de diseño estándar y por consiguiente acentuado las redes inter empresas.[18] Consecuentemente, las barreras de la arquitectura de tecnología cerrada y la inercia burocrática de las empresas de negocios integradas verticalmente son compañías reducidas y enfocadas pueden integrar, desintegrar, y reintegrar con otras compañías

18. De hecho, la tecnología de la información es para la economía dirigida por el conocimiento lo mismo que la industria de herramienta mecánica fue para la difusión del principio de intercambiabilidad y la electricidad de la unidad de *drive* para la difusión del principio de flujo, que se introdujo en la edad de la producción en masa. En cada caso, un nuevo principio de producción fue asociado con el desarrollo de un nuevo modelo de negocios capaz de alcanzar una ruptura en los estándares de funcionamiento que redefinieron las bases de liderazgo industrial. Como el surgimiento de la industria de máquina herramienta y el poder eléctrico fraccionado, la tecnología de la información ha fomentado una aproximación enteramente nueva a la arquitectura de producto, là organización de la producción, y el modelo de negocios, que a su vez ha redefinido las fronteras industriales.

como cambios tecnológicos. En ese sentido el *cluster* de sistema abierto fomenta una dinámica de innovación involucrando integración de sistemas dentro de compañías y redes entre compañías.

4. El espectro de capacidades de producción mostrado en el Cuadro 2 ofrece criterios para la localización de plantas de producción de la región en el orden de producción global. Los criterios son derivados de una literatura y premios de calidad que surgieron en los ochenta y noventa para comparar *(benchmark)* procesos de manufactura de clase mundial.

CUADRO 2. Espectro de Capacidades de Producción

1. **Pre-flujo, pre-intercambiabilidad**: La producción artesanal, por sí misma, no ofrece ninguna base para flujo. Cada cajón ajusta a la medida. La tarea es desarrollar habilidades de ingeniería de producto. Jamaica y Honduras.
2. **Intercambiabilidad** sin flujo: la ingeniería de producto sin ingeniería de proceso, por consiguiente el inventario bajo cambia y la productividad de capital circulante. Chipre y Eslovenia en los ochenta.
3. **Flujo de producto único**: las plantas con economías de velocidad para un producto único o una variedad de productos con líneas dedicadas. Los trabajadores no están multi-especializados; tienden a 1 o muchas máquinas homogéneas. (El entrenamiento no incluye mejora continua, conversión rápida, o habilidades de lectura de anteproyectos.) La producción de electrónica multinacional en Indonesia.
4. **Flujo de producto único con mejora continua**: Involucra equipos de trabajo *autodirigidos* de trabajo de solución de problema. Los programas de entrenamiento comunes involucran Planeación-Ejecución-Revisión-Acción, las 7 herramientas de solución de problema, las 5 Eses 'S' o *TQM* en nivel de taller.
5. **Flujo de producto único con innovación de proceso**: el personal incluye técnicos de control de mantenimiento y proceso con habilidades para identificar, arreglar y rediseñar maquinaria y líneas de producción. El análisis de cuello de botella determina las prioridades. Este puede involucrar la reconfiguración de parámetros de diseño de producto en la oficina principal como sea requerido por el *DFM*. Singapur a mediados de los ochenta, ETNs de Malasia en los principios de los noventa.
6. **Flujo multi-producto**: El sistema Toyota. *Kanban, JIT* y *SMED* son introducidos en plantas grandes. La alta producción y la flexibilidad son combinadas. La producción celular con equipos de trabajo autodirigidos.
7. **Flujo multi-producto y desarrollo de producto**: Tanto Japón como Taiwán despuntan en ingeniería concurrente y diseño para la *manufacturabilidad*. Las habilidades incluyen ingeniería inversa, desarrollo de prototipos, y puestas en marcha piloto.
8. **Diseño de producto nuevo e integración de la tecnología**: La Toshiba de Japón y Canon son líderes en vincular el desarrollo a operaciones a nivel planta y vincular investigación en tecnología genéricas a desarrollo de producto. Las tecnologías esenciales son desarrolladas, frecuentemente vía fusión en laboratorios de tecnología genérica. La administración de tecnología involucra la utilización en todo el mundo de la base de tecnología existente en pos de conseguir aplicaciones novedosas. La administración de demanda de tecnología. Las industrias de moda de la tercera Italia emplean a industrias basadas en manualidades. Chips de Taiwán y los *ASIC*.
9. **Flujo de producto nuevo e investigación fundamental**: 3 M, HP y Motorola han desarrollado nuevas formas de funcionamiento en red para identificar controladores de tecnología nuevos para desarrollo de producto. Rupturas radicales son perseguidas pero dentro de un contexto organizacional de integración de proceso. Las empresas de aprendizaje resaltan a los trabajadores con conocimiento y educación en todos los niveles. Motorola tiene 7 fases en desarrollo de equipo autodirigido.

10. **Concepto de nuevo producto y flujo de proyecto**. El cambio organizacional fluido. Los modelos incluyen distritos, Termo-electrón, y HP. La computadora personal puede solamente ser desarrollada en el Valle del Silicio. El resurgimiento de la Ruta 128 está basado en la integración de sistema incluyendo *hardware* y *software*. La ingeniería de *software*. La integración de procesos alcanza el concepto de producto.

El espectro de capacidades de producción identifica los retos de producción específicos para avanzar una productividad de la región en cualquier punto en el tiempo. Estos retos pueden concentrar iniciativas de política industrial. No obstante, las iniciativas exitosas deben afrontar los retos con metodologías de cambio organizacional que trabajan en el nivel de empresa dentro del contexto de regiones específicas. Una serie de metodologías de cambio organizacional han sido desarrolladas en años recientes.

La metodología de las 20 llaves de Iawo Kobayashi (1988) es un ejemplo destacado. El esquema de trabajo de las 20 llaves provee criterios para localizar una planta comparada con competidores internacionales. El sistema de clasificación identifica 5 niveles de funcionamiento para cada una de las 20 características organizacionales de una empresa.[19] Es un sistema para autoevaluación que puede ser conducido por la fuerza de trabajo siguiendo un programa de entrenamiento breve. En ese sentido la metodología de cambio organizacional está basada en el principio de que aquellos requeridos para hacer el nuevo trabajo de sistema están involucrados en diseño y desarrollo de las nuevas prácticas. Los cinco niveles de cada llave ofrecen criterios que pueden llegar a ser metas operacionales para guiar planes de acción de mejora productiva y para evaluar el desempeño de la fuerza de trabajo.

19. M. Best, con colegas, ha introducido el programa de 20 llaves de Kobayashi para auto-evaluación y transición de producción en grupos de compañías en Eslovenia, Jamaica, Honduras y Moldova.

5. **desarrollo y difusión de las capacidades de administración de la tecnología.** Las discusiones de la administración de la tecnología están perdidas en documentos de estrategia industrial alrededor del mundo. A pesar de todo, la administración de la tecnología es una herramienta poderosa en niveles empresa y gubernamental para conducir el crecimiento.

Más allá de los pasados 20 años el mundo ha construido una enorme fuente de tecnología, una fuente que está siendo adicionada todo el tiempo. Las fórmulas para esta fuente son en su mayoría información pública. Están escritas en aplicaciones de patente y artículos de revistas especializadas y empotradas en productos.

Las economías de Asia Oriental que han alcanzado altas tasas de crecimiento tienen una masa crítica de empresas industriales con la capacidad para desarrollar nuevos productos y procesos basados en refinación, fusión, y adelanto en general o tecnologías ya conocidas.

6. **Asociarse con inversión interna para adelantar capacidades.** La inversión interna puede ser evaluada en términos de avances en organización de negocios, capacidades de producción y formación de habilidades. El propósito de la inversión extranjera directa no es incrementar el empleo y la inversión interna sino fomentar la dinámica de crecimiento regional. Ejemplos son Intel y Motorola.

Las ramas malayas de cada uno de estas ETNs están ligadas en redes de producción global (GPNs). Las GPNs son inherentemente contradictorias: los centros de operación buscan competir en mercados dominados por el rápido desarrollo de nuevos productos y las estrategias de innovación. Esto demanda sistemas de producción y la integración de investigación aplicada y producción, y, en casos como Intel y Motorola la integración de investigación desarrolladora con investigación aplicada y producción. En ambos casos las ramas locales han estado mejorando su diseño y capacidades de ingeniería actuales que han usado para apalancar actividades de mayor valor agregado des-

de oficinas en los hogares. Para hacerlo, la región debe desarrollar los procesos de formación de habilidades que complementen el desarrollo de capacidades de las empresas.

7. Fomentar transferencia de tecnología y mejoramiento de habilidades. Las ideas son el material en bruto para los procesos de innovación; ambos están ligados a la infraestructura de formación de habilidades. La formación de habilidades es un proceso de largo plazo, incluyendo subprocesos formales e informales, incrustados en relaciones en calidad de socios a través de las escuelas, empresas, gobierno, y la organización política. Nutrir estas relaciones es tan básico para el proceso de formación de habilidades como invertir en la infraestructura física lo es para la administración de la cadena de proveeduría en el proceso de manufactura.

Muchas de las grandes compañías estadounidenses y japonesas invierten continuamente en habilidades de taller. De hecho, el "colegio invisible" de la formación de habilidades de la compañía es considerable en Penang. Una auditoría de la cantidad y calidad de los graduados del "colegio invisible" desde estos programas puede revelar una activo regional considerable o "capital social" (Lim, 1998, ofrece un punto de partida para una encuesta de habilidades). Estas habilidades representan un activo regional grande que ha sido acumulado por 25 años.

Las ETNs con subsidiarias localizadas en Penang frecuentemente tienen programas de clase mundial y procesos localizados en otras regiones que pueden ser comparados y aplicados a Penang. De hecho, embriones de tales programas y procesos pueden frecuentemente ser encontrados en la subsidiaria.

Un ejemplo es el programa de desarrollo de proveedor de Motorola de Estados Unidos. BCM, una compañía de propietarios locales, introdujo un arreglo de transferencia de tecnología de 5 años involucrando dos actividades complementarias: conocimiento de sistemas de manufactura y conocimiento de ingeniería. La transferencia de conocimiento de manufactura involucra la siguiente secuencia:

- manufactura de sistema intermediario de productos accesorios (1993-4)
- interfaz de usuario construida de productos accesorios (transferencia de tecnología de montura de la superficie, transferencia de habilidades) 1995
- obtención de materiales, administración de almacenamiento y depósito (planeación, compra, interface de vendedor, *minibank*) 1996
- administración de programa informático comercial *(turnkey)* (utilización de materiales, obtención de materiales) 1997

El conocimiento de ingeniería pasa por los pasos siguientes:

- ingeniería de calidad de materiales (análisis de fallas, desarrollo de vendedor, caracterización de proceso de vendedor) 1996
- ingeniería proceso/inverso (caracterización de proceso interno, análisis causa raíz y diseño de experimentos, métodos de control de proceso estático, mejora de producto, *prototyping*, manufactura piloto) 1997
- investigación y obtención de desarrollo (sistemas de teléfono, tecnologías de frecuencia de radio) 1998

Las ventas de BCM se han más que duplicado todos los años y el recuento ha crecido de 120 en 1994 a 1500 en 2000. Por el mismo periodo sus capacidades técnicas han avanzado cada año en línea con un plan de desarrollo de tecnología.[20]

8. Institucionalizar el proceso de formación de habilidades del 'colegio invisible'. Mientras que las agencias conducidas

20. Desde hacer el ensamble manual de conectores de cable y clips de cinturón en 1994, el patrón de crecimiento de la capacidad técnica de BCM ha progresado a un mayor campo a una tecnología de soporte de superficie de campo fino, desde RF básico a VHF/UHF RF digital y análogo, para la integración de sistemas.

por misión aplican a muchas arenas, la formación de habilidades es particularmente relevante para el crecimiento rápido.

El Gobierno del Estado de Penang y la *Penang Development Corporation* se asociaron con la industria, particularmente las ETNs, para establecer la primer institución de entrenamiento industria-dirigido en Malasia.[21] En un seminario organizado por el *American Business Council* en septiembre, 1987, el problema de la escasez de mano de obra experta fue destacado. En el proceso de una serie de reuniones con CEO de ETNs fue desarrollado el concepto de un centro de entrenamiento técnico en Penang. En abril de 1989, el concepto de la *Penang Skills Development Corporation* se convirtió en una realidad con la elección de un consejo de Administración que, a su vez, recogió el donativo de 24 compañías para convertirse en Miembros Fundadores. La misión del PSDC es como se explica abajo:

> Ser un Recurso para la Promoción del Aprendizaje Compartido para las Industrias Manufactureras y de Servicio mediante la Suministración de Iniciativas HRD con Iniciativa para Soporte Estratégico y Fortalecimiento los Requerimientos de Negocios (PSDC, 1998, p. 3).

Nueve años después de su apertura el PSDC tiene 81 compañías miembros empleando a más de 75,000 trabajadores (PSDC, p. 1). Los 21 miembros del Consejo de Administración consisten en 11 miembros electos, 4 nombrados, y 6 en virtud del cargo representando la industria, gobierno, e instituciones educativas. Todas las compañías tienen derecho a enviar a miembros al Comité de Entrenamiento, que está dividido en dos sub-comités que "...identifican y recomiendan trabajo de cursos dentro de una sección específica (mejora del empleo y ascenso) del programa de entrenamiento en su conjunto". Los sub-comités de entrenamiento son foros para definir necesidades de entrenamiento; supervisan un análisis de necesidades de

21. El material en esta sección está basado en publicaciones del PSDC y en una entrevista con su director ejecutivo Boonler Somchit.

entrenamiento anual, preparan un calendario de entrenamiento anual, obtienen cuotas y evalúan la efectividad de los cursos, alientan la repartición de los recursos entre compañías miembros a través del PSDC, y asisten al Director Ejecutivo en proyectos de financiamiento.

La participación de la industria en la estructura administrativa del PSDC ha fomentado un empate de la demanda de habilidades y la oferta. PSDC virtualmente co-localizado con compañías miembros, el PSDC es fácilmente accesado. Cerca de 40,000 han sido enrolados en cursos que han crecido de 32 cursos ofrecidos en 1989-90 a 495 en 1997/8 (PSDC, p. 11).

9. Integrar administración de tecnología, creación de nuevas empresas y políticas regionales de formación de habilidades. Los elementos del programa de desarrollo de proveedor de Motorola y BMC son introducidos y difundidos en el *Penang Skills Development Center* (PSDC). En este sentido las necesidades de habilidades de empresas emprendedoras pueden ser empatadas con el desarrollo de currículum de educación.

Un rasgo característico del *Penang Development Council* (PDC) es la integración de la formación de habilidades con el avance de tecnología y políticas de creación de nuevas empresas. Los tres regiones electrónicas en su conjunto en Malasia tienen centros de desarrollo de habilidades pero sólo Penang tiene un centro de desarrollo de habilidades que está coordinado con las actividades de desarrollo de tecnología de empresas emprendedoras y los procesos de creación de nuevas empresas.

Bajo el auspicio del PDC el PSDC ha jugado el papel de integrar la educación visible e invisible y expandir la oferta de trabajadores entrenados técnicamente sincronizada con el desarrollo de capacidades de administración de la tecnología de las empresas de la región. Ha contribuido al crecimiento de la región puesto que la administración de la tecnología y la formación de habilidades son lados opuestos de la misma moneda.

Pero el programa de desarrollo de habilidades en Penang ha tenido un impacto apalancado en el crecimiento debido al proceso de creación de nuevas empresas que ha sido mucho tiempo promovido por el PDC. Las tres regiones electrónicas de Penang en su conjunto tienen unidades de producción que son elementos en las redes de producción globales de propiedad extranjera. Pero en la mayoría de los casos la construcción de habilidades y capacidades locales permanecen contenidas dentro de las ETNs. El éxito de Penang ha sido acerca de transformar tales habilidades y capacidades en insumos para el proceso de creación de nuevas empresas. Este es el punto de partida para una dinámica de *cluster* interna u 'horizontal' para la región.

Bibliografía

Balasubramanyam, V. N. y Balasubramanyam, A. 1998. 'The software *cluster* in Bangalore', en John Dunning (ed.) por publicarse, *Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy*, Oxford University Press, Oxford.

Bartlett, Christopher A. y Ghoshal, Sumantra. 1989. *Managing Across Borders: The Transnational Solution*, Harvard Business School Press, Boston.

Bell, Martin y Mike Hobday con aportaciones de Paramjit Singh, Samion Hj Abdullah y Norlela Ariffin. 1995. 'Aiming for 2020: a demand-driven perspective on industrial technology policy in Malaysia' en *Technology Development for Innovation: Towards Malaysia's Vision 2020*, World Bank/UNDP Report, Kuala Lumpur.

Best, M. 1990. *The New Competition*, Harvard University Press, Cambridge, MA.

Best, M. 1997a. 'Electronics expansion in Malaysia: the challenge of a stalled industrial expansion', *IKMAS Working Papers*, Institute of Malaysian and International Studies, Universiti Kebangsaan Malasia, No. 11.

Best, M. 1997b. 'National systems of technology management: lessons from East Asia', no publicado.

Best, M. 1997c. 'East Asian production systems and technology policy', no publicado.

Best, M. 1998. 'Production principles, organizational capabilities and technology management' en Michie, J., y Grieve-Smith, J. (eds), *Globalization, Growth, and Governance*, Oxford University Press, Oxford, pp. 3-29.

Best, M. 2001. The New Competitive Advantage: the Renewal of American Industry, Oxford University Press, Oxford.

Campos, Jose Edgardo y Root, Hilton L. 1996. *The Key to the Asian Miracle*, Brookings, Washington DC.

Chia Siow Yue. 1998. 'Singapore: destination for multinationals' en John Dunning (ed.) de próxima aparición, *Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy*, Oxford University Press, Oxford.

Dahlman, Carl. 1993. 'Electronics development strategy: the role of government', en Bjorn Wellenius, Arnold Miller, y Carl J. Dahlman, *Developing the Electronics Industry*, World Bank, Washington DC.

DCT. 1998. *Personal computer material chain, figures 1-6*. DCT Consultancy Services, Penang.

Dolven, Ben. 1998. 'Taiwan's Trump', *Far Eastern Economic Review*, 6 de Agosto, pp. 12-16.

Enright, M., Scott, E., y Dodwell D. 1997. *The Hong Kong Advantage*, Oxford University Press, Hong Kong.

EPU. 1996. *Seventh Malaysian Plan 1996-2000*, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Kuala Lumpur.

EPU. 1998. *The Malaysian Economy in Figures 1998*, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Kuala Lumpur.

Grove, Andrew. 1996. *Only the Paranoid Survive*, Doubleday, New York.

Hobday, Mike. 1995. 'East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics', *World Development*, Vol. 23, No. 7, pp. 1171-1193.

Hiroshi Itagaki (ed.). 1997. *The Japanese Production System: Hybrid Factories in East Asia*, MacMillan, Londres.

Pero el programa de desarrollo de habilidades en Penang ha tenido un impacto apalancado en el crecimiento debido al proceso de creación de nuevas empresas que ha sido mucho tiempo promovido por el PDC. Las tres regiones electrónicas de Penang en su conjunto tienen unidades de producción que son elementos en las redes de producción globales de propiedad extranjera. Pero en la mayoría de los casos la construcción de habilidades y capacidades locales permanecen contenidas dentro de las ETNs. El éxito de Penang ha sido acerca de transformar tales habilidades y capacidades en insumos para el proceso de creación de nuevas empresas. Este es el punto de partida para una dinámica de *cluster* interna u 'horizontal' para la región.

Bibliografia

Balasubramanyam, V. N. y Balasubramanyam, A. 1998. 'The software *cluster* in Bangalore', en John Dunning (ed.) por publicarse, *Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy*, Oxford University Press, Oxford.

Bartlett, Christopher A. y Ghoshal, Sumantra. 1989. *Managing Across Borders: The Transnational Solution*, Harvard Business School Press, Boston.

Bell, Martin y Mike Hobday con aportaciones de Paramjit Singh, Samion Hj Abdullah y Norlela Ariffin. 1995. 'Aiming for 2020: a demand-driven perspective on industrial technology policy in Malaysia' en *Technology Development for Innovation: Towards Malaysia's Vision 2020*, World Bank/UNDP Report, Kuala Lumpur.

Best, M. 1990. *The New Competition*, Harvard University Press, Cambridge, MA.

Best, M. 1997a. 'Electronics expansion in Malaysia: the challenge of a stalled industrial expansion', *IKMAS Working Papers*, Institute of Malaysian and International Studies, Universiti Kebangsaan Malasia, No. 11.

Best, M. 1997b. 'National systems of technology management: lessons from East Asia', no publicado.

Best, M. 1997c. 'East Asian production systems and technology policy', no publicado.

Best, M. 1998. 'Production principles, organizational capabilities and technology management' en Michie, J., y Grieve-Smith, J. (eds), *Globalization, Growth, and Governance*, Oxford University Press, Oxford, pp. 3-29.

Best, M. 2001. The New Competitive Advantage: the Renewal of American Industry, Oxford University Press, Oxford.

Campos, Jose Edgardo y Root, Hilton L. 1996. *The Key to the Asian Miracle*, Brookings, Washington DC.

Chia Siow Yue. 1998. 'Singapore: destination for multinationals' en John Dunning (ed.) de próxima aparición, *Regions, Globalization and the Knowledge Based Economy*, Oxford University Press, Oxford.

Dahlman, Carl. 1993. 'Electronics development strategy: the role of government', en Bjorn Wèllenius, Arnold Miller, y Carl J. Dahlman, *Developing the Electronics Industry*, World Bank, Washington DC.

DCT. 1998. *Personal computer material chain, figures 1-6*. DCT Consultancy Services, Penang.

Dolven, Ben. 1998. 'Taiwan's Trump', *Far Eastern Economic Review*, 6 de Agosto, pp. 12-16.

Enright, M., Scott, E., y Dodwell D. 1997. *The Hong Kong Advantage*, Oxford University Press, Hong Kong.

EPU. 1996. *Seventh Malaysian Plan 1996-2000*, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Kuala Lumpur.

EPU. 1998. *The Malaysian Economy in Figures 1998*, Economic Planning Unit, Prime Minister's Department, Kuala Lumpur.

Grove, Andrew. 1996. *Only the Paranoid Survive*, Doubleday, New York.

Hobday, Mike. 1995. 'East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics', *World Development*, Vol. 23, No. 7, pp. 1171-1193.

Hiroshi Itagaki (ed.). 1997. *The Japanese Production System: Hybrid Factories in East Asia*, MacMillan, Londres.

JHRA. 1992. *Laizen Teian 1*. Editado por la Japan Human Relations Association, Productivity Press, Cambridge, MA.

Kimmel, Cary. 1993. 'Trends in worldwide sourcing in the electronics industry', en B. Wellenius, A. Miller y C. Dahlman (eds.) *Developing the Electronics Industry: A World Bank Symposium*, World Bank, Washington DC.

Koh Tsu Koon. 1995. 'The Penang strategic development plan' en Koh Tsu Koon (ed.) *Penang into the 21st Century: Outlook and Strategies of Malaysia's Growth Centre*, Pelanduk Publications, Petaling Jaya, Malasia.

Kostoff, Ronald N. 1994. 'Successful innovation: lessons from the literature', *Research - Technology Management*, Marzo-Abril, pp. 60-61.

Lim Kah Hooi. 1997. 'Paper on competitiveness of the electronics industry in Malaysia', ESP Management Consultants, Penang.

Lim Kah Hooi. 1998. 'Productivity enhancement and human resource development', no publicado.

Lim, P. 1991. *From Ashes Rebuilt to Manufacturing Excellence*, Pelanduk Publications, Petaling Jaya, Malasia.

Magaziner, I. and Patinkin, M. 1989. *The Silent War: Inside the Global Business Battles Shaping America's Future* Random House, New York.

Manchester, Philip. 1998. 'Scarcity of IT people with business minds', *Financial Times* 5 de Nov., p. xii.

MITI. 1996. *Second Industrial Master Plan 1996-2005*, Ministry of International Trade and Industry, Kuala Lumpur.

MTC. 1997. *Index of the Massachusetts Innovation Economy*, Massachusetts Technology Collaborative, Westborough MA.

Narayanan, Suresh. 1997. 'Technology absorption and diffusion among local supporting firms in the electronics sector', *IKMAS Working Papers*, Institute of Malaysian and International Studies, Universiti Kebangsaan Malasia, No. 9.

Ngoh, C. L. 1994. *Motorola Globalization: The Penang Journey*, Lee y Sons, Kuala Lumpur.

PDC. 1994. *Penang Development Corporation: 1969-1994*.

PSDC. 1998. *Penang Skills Development Centre Update*, Junio.

Pang Eng Fong. 1995. 'Foreign direct investment and technology transfer in the Malaysian electronics industry', en Nomura Research Institute y el Institute of Southeast Asian Studies, *The New Wave of Foreign Direct Investment in Asia*, Institute of Southeast Asian Studies, Singapore.

Penrose, E. 1959. *The Theory of the Growth of the Firm*. Edición revisada, 1995, Oxford University Press, Oxford.

Rasiah, R. 1994. 'Flexible production systems and local machine tool subcontracting: electronics component transnationals', *Cambridge Journal of Economics*, 18(3), pp. 279-298.

Rasiah, R. 1995. *Foreign Capital and Industrialization in Malaysia*, St. Martin's Press, New York.

Rasiah, R. 1998a. 'Policy recommendations: flexible and demand-driven', no publicado.

Rasiah, R. 1998b. 'From backyard workshop to high precision machine tool factory: Eng Hardware', no publicado.

Rasiah, R. 1999 de próxima aparición. 'Politics, institutions and flexibility: microelectronics transnationals and machine tool linlages in Malaysia', en Richard Doner y Frederic Deyo (eds.) *Flexible Specialization in Asia*, Cornell University Press, Ithaca.

Richardson, G. B. 1972. 'The organization of industry'. *Economic Journal*, 82, pp. 883-96.

Robinson, Alan, y Schroeder, Dean. 1992. *California Management Review*.

Rosegrant, Susan y Lampe, David R. 1992. *Route 128: Lessons from Boston's High-Tech Community*, Basic Books, New York.

Saxenian, AnnaLee. 1994. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*, Harvard University Press, Cambridge.

Shapira, Philip. 1998. "Manufacturing extension: performance, challenges, and policy issues" en Lewis Branscomb y James Keller (eds.) *Investing in Innovation*, MIT Press, pp. 250-275.

Singh, A. (1995), "How Did East Asia Grow so Fast?" (Geneva: UNCTAD) No. 97, Febrero.

Singh, Ajit and Zammit, Ann. 1998. 'Foreign direct investment: towards co-operative institutional arrangements between the north and the south' en Michie, J., y Grieve-Smith, J. (eds), *Globalization, Growth, and Governance*, Oxford University Press, Oxford, pp. 30-49.

Sin-Ming Shaw. 1997. 'Is Singapore's future in Malaysia?', *Asia, Inc.*, Marzo, p. 64.

SISIR. 1992. *Technology Adoption by Small and Medium-sized Enterprises in Singapore*. Singapore Institute for Standards and Industrial Research, Saskatchewan Research Council, and University of Saskatchewan. Publicado por el Saskatchewan Research Council, Saskatoon.

Tang, H.K. 1996. 'Hollowing-out or international division of labour? Perspective from the consumer electronics industry and Singapore', International Journal of Technology Management, Vol. 12, No. 2, pp. 231-241.

Teh, A. 1989. 'Ancillary firms serving the electronics industry: the case of Penang', en Suresh Narayanan *et. al.* (eds.) *Changing Dimensions of the Electronics Industry in Malaysia: The 1980s and Beyond*, Penang: Malaysian Economic Research Association and the Malaysian Institute of Economic Research, pp. 96-103.

UNDP. 1998. *A Study of the Manpower Requirements to Support the Application and Diffusion of IT in Malaysia: Interim Report*, 10 de Septiembre, Kuala Lumpur.

Wade, Robert. 1990. *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton University Press, Princeton NJ.

World Bank/UNDP. 1995. *Technology Development for Innovation: Towards Malaysia's Vision 2020*, Kuala Lumpur.

¿Qué se puede aprender de los cambios en la educación y en la formación para el trabajo? Reflexiones para el diseño de políticas

Guillermo Labarca

Introducción

El crecimiento de la industria electrónica en Guadalajara genera demandas de recursos humanos e interrogantes sobre la manera más efectiva para satisfacerla, que implican definición de prioridades, asignación de recursos, prognosis sobre las demandas en el mediano y largo plazo, características del desarrollo tecnológico presente y futuro, evaluación de los stocks existentes etc. Un buen diseño de políticas para este sector debe tener en cuenta múltiples factores, como los aquí mencionados, sin embargo una larga lista, que no es difícil de hacer, no ayuda a la elaboración de estrategias si no que paraliza. Es por ello que en este trabajo nos limitaremos a los factores que nos parecen decisivos y que, en nuestra opinión[1] no pueden ser descuidados.

La electrónica del Estado se ha caracterizado por un impresionante crecimiento, por usar tecnologías a alta intensidad de capital, por su orientación a las exportaciones, por un intenso comercio en-

1. "Nuestra opinión" esta sustentada en investigaciones sobre "Formación y Empresa" realizadas en ocho países de la región. Algunos de los trabajos de esta investigación han sido publicados en dos libros: el primero "Formación y Empresa" y el segundo "Formación para el Trabajo: ¿Publica o privada?", ambos por Cinterfor, el primero en 1999 y el segundo en 2001.

tre las firmas y por una estrecha integración con la economía mundial. Sin embargo no ha producido vínculos muy estrechos con el resto de la economía mexicana, salvo en la provisión de recursos humanos y de algunos servicios de apoyo. Ambas actividades generan demandas nuevas, diferentes de la demanda tradicional en la región. Según Dussel (2000) la electrónica del estado de Jalisco generó alrededor de 80.000 empleos directos en 1999, cuyo crecimiento queda de manifiesto al compararlo con los 5.000 que tenía en 1995. La tasa anual de crecimiento del empleo en Guadalajara es de 45,3% entre 1994 y 1999.

Estos empleos aparecen ligados a profesiones de los sectores electrónica y servicios con requisitos de calificación básica y especializada en todos los niveles de la escala ocupacional. Los diferentes sistemas de formación elaboran e implementan respuestas, como son las carreras de ingenierías de las universidades tecnológicas, la calificación impartida o contratada por una gran cantidad de empresas, un sistema de formación dual que vincula la educación media con el aprendizaje, (desarrollado por Siemens) y actividades productivas que tienen efectos formativos sobre los trabajadores.

Sin embargo, estas iniciativas son insuficientes. Los actores económico sociales manifiestan por diferentes medios su disconformidad con la calidad y cantidad de los recursos humanos disponibles. Las críticas se refieren, entre otras, a la falta de flexibilidad para adaptarse a nuevas tareas, poca capacidad para resolver problemas y un stock insuficiente de personas con los conocimientos básicos necesarios para estas actividades lo que lleva a desbalances en el mercado del empleo.

Además, las mejoras introducidas en los sistemas de formación para el trabajo en la última década han partido de un supuesto, meritorio sin duda y muy útil en el corto plazo, pero que genera disfuncionalidades en el mediano o largo plazo. Este es que la formación debe subordinarse al patrón tecnológico actualmente existente en uso. Los efectos de este supuesto son perceptibles sobre todo en la educación superior y otras específicas de formación para el trabajo, como es la capacitación. La educación general, que en nuestra opinión es clave, en tanto es el sustento de otras modalidades, sigue esquemas de formación un tanto alejados de las características del desarrollo en la región.

La importancia de esta constatación es, en primer lugar, que una formación específica concebida dentro de un patrón fijo no desarrolla capacidades ni competencias para innovaciones tecnológicas radicales. Ahora bien, aun cuando las innovaciones tecnológicas introducidas en el complejo electrónico de Guadalajara hayan pertenecido a la misma familia tecnológica eso no asegura una continuidad futura, especialmente si se tiene en cuenta el dinamismo de este sector, la necesidad que tiene la región de mantenerse en la tecnología de punta y la velocidad de los cambios de producto y proceso que se introducen en este sector. En segundo lugar, pero no menos importante, es que una formación muy atada a objetivos de corto plazo no contribuye ni fomenta la investigación, que es una de las debilidades del modelo que se ha impuesto en el sector electrónico de Jalisco.

Otra observación relevante es que es una constante de las políticas de formación que hayan sido invariablemente diseñadas en la fase expansiva del ciclo, cuando crece la demanda por personal calificado y existen recursos públicos y privados para ello. También en esta fase se han creado o reformado las instituciones encargadas de aplicarlas. Pero, en los diseños institucionales y de acciones no se han considerado ni crisis ni contracciones de la producción, lo que a menudo frustra o deja a medias su implementación, y/o se pueden generar contingentes de desempleados calificados.

Otro aspecto que se ha descuidado es la incorporación de los individuos que se forman en la toma de decisiones sobre formación. No existen incentivos para que estos dediquen recursos y tiempo para su propia formación, tampoco hay un reconocimiento institucional para los conocimientos que estos adquieren en el trabajo mismo, ni tampoco se usa la experiencia de ellos cuando se hacen diagnósticos o se diseñan curriculas.

Esta evolución de la formación ha dejado fuera de consideración la gran heterogeneidad de la demanda que está asociada

con las desigualdades entre sectores, con el nivel de desarrollo de las diversas actividades económicas y con los diferentes senderos que recorren las tecnologías. Heterogeneidad que ha tendido a aumentar en el período, lo que hace que también aumente la discrepancia entre oferta y demanda de recursos humanos.

1. ¿Qué hacer con la formación?

Pienso que las experiencias exitosas de formación para el trabajo en la región y fuera de ella dan indicaciones útiles para el diseño de políticas y estrategias. Más allá de la relación estrecha entre producción y formación, señalada por analistas y ejecutores de políticas y confirmada por la práctica, existen otras dimensiones que hay que tener en cuenta.

Las reformas y proyectos de reformas educativas que se han iniciado o están por implementarse en América Latina plantean como uno de sus objetivos centrales establecer o reforzar relaciones más estrechas con el aparato productivo. Esta preocupación surge siempre vinculada con políticas, avanzadas o incipientes, de reformas económicas que le atribuyen a la formación de recursos humanos un rol importante para elevar los niveles de productividad y para crear una base que facilite la incorporación de tecnologías de manera de ir cerrando la brecha tecnológica y de productividad que existe entre los países de la región y las economías avanzadas.

En la década de los noventa se ha alcanzado consenso en la región sobre la necesidad de vincular educación con producción. Al terminar la década este consenso se ha visto reforzado por los análisis que se están haciendo sobre las reformas económicas. Ellos señalan que lo que se ha hecho en materia de reformas económicas aun en los casos más exitosos es insuficiente, y que es necesario profundizar el proceso de "reordenamiento" de la economía. Se perciben divergencias entre diferentes autores acerca del carácter que debe tener la profundización de las reformas, pero todos ellos afirman que es necesario elevar los niveles de

productividad de los factores, para ello la formación de recursos humanos es una pieza clave, y en consecuencia, los sistemas de educación y de capacitación de recursos humanos merecen una atención particular. La cuestión que generan estas propuestas es la manera en que la formación, escolarizada o desescolarizada, puede contribuir efectivamente a modernizar aparatos productivos para que contribuyan a un crecimiento acelerado.

La respuesta a esta pregunta no es tan fácil como pareciera a primera vista, no basta con la evidente afirmación, y políticas consecuentes, de que es necesario adecuar los sistemas de educación y formación a las nuevas demandas del aparato productivo, actuales o previsibles, mejorando cobertura y calidad. Las reformas de los sistemas de educaciones iniciadas, los planes de reformas, así como acciones más localizadas, especialmente en los sistemas de formación profesional, muestran que esta adecuación es difícil y su dinámica debe ser bien entendida.

Para comprender la complejidad del problema y poder hacer una adecuada evaluación de las políticas implementadas en esta dirección es conveniente hacer una breve excursión sobre las disyuntivas de política económica que se ofrecen. Simplificando en extremo el debate sobre políticas económicas a seguir, una vez que se han hecho, bien o mal, evaluaciones de desempeño se reduce a determinar cual es la combinación optima de libre mercado y regulación adecuada teniendo en cuenta las condiciones específicas de cada país o regiones. Este debate se basa sobre la constatación de que lo que se ha hecho hasta el momento es insuficiente, incluso en los casos más exitosos.

Cualquier estrategia que salga de estos debates implica por una parte el diseño de políticas macro y eventualmente microeconómicas apropiadas y por otra la redefinición, o modificación de las instituciones, de las relaciones entre ellas y con los agentes económico sociales o el establecimiento de instituciones y regulaciones nuevas que atiendan más adecuadamente la configuración que ha asumido el aparato productivo y las metas de desarrollo que se propongan.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta para el problema tratado aquí que el desarrollo en Guadalajara ha sido basado en un uso intensivo de recursos humanos (especialmente maquila). Esta dimensión es relevante en tanto que define una demanda específica de recursos humanos, las características de las habilidades básicas generales y específicas requeridas, el perfil de las especializaciones etc.

Ahora bien, una pregunta que hay que plantearse al diseñar políticas para la formación general básica y media es si estas deben apuntar a atender principalmente la demanda de los sectores más dinámicos, lo que implica una apuesta por que estos son capaces de diseminar tecnología moderna más allá de lo que lo están haciendo ahora; o si se deben atender prioritariamante a los sectores más atrasados haciendo de la educación un agente de innovación. En este caso la cuestión es ¿como contribuye la educación a avanzar en la dirección adecuada? De aquí salen tomas de posición que inciden en la orientación misma de las políticas y estrategias educativas. Estas implícitamente tienen una posición que es muy conveniente explicitar.

Pero el asunto de fondo de las estrategias de desarrollo es el de los recursos, humanos y materiales, y su uso eficiente para implementar políticas exitosas que redunden en crecimiento. Para resolver esta materia se han diseñado políticas que apuntan al crecimiento de las exportaciones, cuya calidad se pretende mejorar por medio de innovaciones tecnológicas; además se flexibilizan los mercados financieros y se definen políticas fiscales con el objeto de atraer la inversión directa, la que debería ir, en una proporción importante, hacia esos sectores de exportación. En el área de los recursos humanos se hacen experimentos, se elaboran e implementan reformas de los sistemas de educación y capacitación y se buscan alternativas organizativas, curriculares y financieras para mejorar la dotación de estos recursos. Las políticas económicas y las tendencias de la innovación tecnológica son el marco en que se han sitúado las reformas y otras transformaciones de los sistemas de educación, en tanto que estos pretenden contribuir a mejorar la cantidad y calidad del recursos humanos. No hay autor, político, diseñador de políticas, analista de la región, y fuera de ella, que no le asigne a la educación, formación para el trabajo y capacitación un papel central. Curiosamente es uno de los sectores donde la velocidad de innovación es muy baja, insuficiente para acompañar las transformaciones del aparato productivo, donde la participación en la discusión y elaboración de propuestas concretas es reducida y donde fácilmente merman los recursos cuando hay alguna estrechez económica.

2. Elementos de diagnóstico

Si para inducir inversiones en capital convencional se conocen algunos de los incentivos que movilizan a los agentes económico sociales y las señales a las que estos responden no ocurre los mismo cuando se trata de inversiones en capital humano. Conviene tener en cuenta ciertas características de los sistemas de formación para poder evaluar las reformas que se están implementando y estar en condiciones de sugerir políticas efectivas.

En primer lugar hay que tener en cuenta que los sistemas de educación y de formación profesional son muy heterogéneos. Hay diferencias verticales, recogidas a menudo en las políticas públicas y diferencias horizontales, cuyos efectos negativos, si bien a veces pretenden ser resueltos por esas políticas, rara vez lo consiguen. Las dinámicas internas de los distintos subsectores de la educación son distintas en tanto que algunos de ellos responden a señales de mercado, en tanto que otros no.

Un ejemplo de la heterogeneidad vertical es la que se observa entre la educación básica, media y superior. Otra menos evidente es la que existe entre escuelas secundarias para los sectores sociales de mayores ingresos y el resto de las escuelas. En las primeras opera el mercado para inducir innovaciones tecnológicas, hasta el punto de colocarlas en la frontera tecnológica educativa logrando que los alumnos egresados de estas escuelas si lo desean están en posición de postular a las universidades de

los países industrializados en condiciones muy similares a los que egresan de escuelas secundarias de esos mismos países. Algo similar ocurre en términos de mercado, aun cuando no siempre en la calidad de los resultados, con las universidades y otras instituciones de educación superior más apreciadas que mejoran la calidad de su oferta e incorporan nuevas tecnologías y contenidos para mantenerse atractivas. Pero este es un sector que no cubre más que una baja proporción de la población escolar y universitaria en la región (alrededor del 10%).

Existe, tanto en el nivel secundario como en el universitario, un segundo nivel de calidad que se manifiesta por relativamente buenos resultados de aprendizaje y desempeño posterior de sus egresados que responde menos al mercado que a tradiciones del establecimiento, a acumulación de conocimientos, a calidad pedagógica y al capital cultural de los estudiantes. Y después viene el resto de los establecimientos, todos ellos de desempeño insuficiente, en algunas de los que a veces se perciben mejoras de calidad pero siempre de forma muy marginal.

¿Por qué esas escuelas y universidades de mejor calidad no son el parámetro para el resto del sistema? ¿Por qué estas últimas no sienten la necesidad de introducir mejoras de calidad? La respuesta es relativamente simple, por una parte no lo necesitan y por otra no cuentan con los recursos para ello. En otras palabras porque los mecanismos de mercado no operan en estas instituciones y difícilmente se pueden remover las imperfecciones que aquí existen.

La heterogeneidad detectada en los sistemas de educación se manifiesta precisamente en la diferente relación con el mercado que tienen las de mejor calidad y las que son más renuentes a introducir mejoras cualitativas. Las primeras, especialmente las escolares, deben mejorar continuamente sus servicios para atraer un público de altos ingresos que, además de buscar los beneficios sociales que conlleva asistir a esos establecimientos, incluyen entre sus criterios de selección la calidad académica, la que es vista como una inversión. Hace un par de décadas este último criterio era menos importante para las familias que toman estas decisiones que otros de carácter no económico.

El costo de operación de las escuelas que se mantienen cerca de la frontera tecnológica educativa es muy alto: las tecnologías que se incorporan son las mismas, con algún grado de adaptación, que se están aplicando en países con un producto per cápita varias veces del de los de la región. De ahí que las familias de menores ingresos no pueden aspirar a entrar a esas escuelas, aun cuando compartieran los mismos criterios de los grupos de mayores ingresos. El pequeño sector de escuelas públicas o privadas de calidad accesibles a sectores de menores ingresos son muy pocas y, precisamente para mantener la calidad, no pueden aumentar su oferta. Por otra parte las diferencias de calidad entre la mayoría de las escuelas son marginales, siendo estimados sus beneficios por las familias de los usuarios menores que el costo marginal del cambio de establecimiento.

En el nivel post secundario ocurre un fenómeno similar, aun cuando aquí, la información imperfecta juega un papel más importante. La educación secundaria, en tanto que inversión tiene retornos conocidos: el acceso a la educación superior y/o a ciertas calificaciones. Los retornos de la educación superior son más inciertos y a muy a largo plazo, no es transparente la relación entre los costos y beneficios de casi ningún estudio de nivel superior, porque el salario de un egresado de la educación superior varía mucho en un lapso de cinco años; depende de las variaciones económicas en el mediano plazo y del stock de capital humano acumulado en la especialidad. A esto se suma lo mismo que se observa en la educación secundaria sobre la ausencia de mecanismos de mercado, determinada en este caso, porque el capital acumulado, el aprendizaje realizado, el tiempo y dinero empleado por un individuo para estudiar en una escuela superior generalmente no pueden ser empleados en otra, lo que restringe la movilidad. La competencia entre estas instituciones, además, se da sólo entre las de mejor calidad, que buscan atraer a los mejores egresados del secundario. Las otras de todas maneras tie-

nen un publico asegurado en tanto que la demanda es muy elástica. Las instituciones superiores cuando compiten no lo hacen por precios, sino por calidad.

El tema de los recursos es también crucial. La tecnología educativa que se implementa o se quiere implementar con las reformas de la educación es una adaptación de modalidades exitosas en los países industrializados. Esa tecnología es aplicada con bastante éxito en los colegios que gastan cifras similares por alumno a las que se gastan en los países avanzados (teniendo en cuenta las diferencias de precios relativos, principalmente salarios de los docentes), pero muy difícilmente adaptable a escuelas que disponen entre siete y doce veces menos recursos financieros que esos establecimientos. Para estos está el desafío, nada fácil, de encontrar tecnologías educativas tan eficientes como las de los países avanzados, pero con los recursos disponibles. Hay algunos intentos de adaptación que reúnen estas condiciones y algunas experiencias aplicables y que señalan un camino innovativo posible, sin embargo, probablemente, la innovación en esta área debe seguir caminos un tanto diferentes a los que ha seguido hasta ahora la innovación en el sector industrial, que ha sido principalmente adaptativa.

Habitualmente cuando se analiza el tema de los recursos de la educación se evalúa el nivel de gasto comparándola con el que hacen los países industrializados y la base de comparación es la proporción del PIB, o para ciertos análisis específicos, del Gasto Público en educación y formación. Esta es una cifra muy engañosa para los análisis micro de la educación, en particular al analizar la tecnología educativa. A menudo se dice que se debería gastar alrededor del 5% del PIB en educación, pero el 4% o 5% del PIB en Alemania, Dinamarca o Japón se traduce en un gasto por estudiante varias veces superior al 5% del PIB en México, aun considerando las posibles diferencias regionales. Una indicación más próxima a los temas que nos interesan es el gasto por estudiante, que debe ser contrastado con el costo por estudiante para aplicar efectivamente las tecnologías educativas que se están aplicando o se intenta aplicar, es decir se trata del dilema elemental y cotidiano de quien se pregunta cuanto cuesta esto y si tengo plata para comprarlo.

Pero antes de entrar en el gasto en educación (gasto = consumo + inversión + desembolsos del Estado) hay que considerar, además de la cuestión de la contribución de esta a la productividad, los otros beneficios que tiene la educación y la apropiación de los beneficios económicos de ella.

Los beneficios sociales de la educación, en particular los de la educación escolar tienen por objeto facilitar la inserción del individuo como ciudadano que no se agota con su inserción laboral, permitirle un desarrollo de sus habilidades, un conocimiento de la cultura en que está inmerso, desarrollo de su personalidad etc. etc. Hay autores (Tedesco) que describen este desarrollo de habilidades, adquisición de conocimientos, desarrollo personal como igual a las habilidades básicas generales que requieren las actividades productivas más modernas. Vale decir aprender a aprender, comunicación verbal y escrita, saber buscar información, formulación y resolución de problemas etc. Esto es así para el sector moderno de la economía y de la sociedad y es probablemente la orientación más aconsejable para este nivel de educación, pero esto replantea la pregunta anterior sobre que hacer con los sectores que a corto o mediano plazo más que una inserción en el sector moderno necesitan capacidades técnicas para sobrevivir en actividades tecnológicamente más atrasadas, los que tienen su desarrollo personal muy ligado al desempeño laboral y que necesitan aprender oficios antes que otra. Problema que no está resuelto pero sobre el que hay que tener una opinión.

La apropiabilidad de la formación está muy ligada con propuestas que intentan ligar la educación a la actividad productiva Es un tema muy central en el ámbito de la capacitación y educación técnica, pero también se lo ha planteado en relación con las otras modalidades de la educación. La cuestión fundamental es si la inversión en educación genera un incremento de productividad ¿este va a utilidades, salarios o impuestos? Esto se traduce

en cuestiones más específicas: si la educación general constituye la base para un aprendizaje especializado necesario para un desempeño profesional eficiente ¿quien se está apropiando de la inversión en educación general y quien la debe financiar?; y si la formación general se la considera un "bien público" ¿hay que diseñar políticas para que su distribución sea equitativa?; ¿que incentivos existen o se pueden crear para la inversión privada en educación, formación profesional y capacitación?

La respuesta a estas preguntas y a las otras formuladas anteriormente pasa necesariamente por una intervención estatal. La cuestión es saber donde debe intervenir y con que mecanismos. En la región, mediante reformas educativas y de la formación profesional se ha atacado, al menos implícitamente, estos problemas. Ha habido también intentos más o menos exitosos de crear incentivos, especialmente en el ámbito de la formación profesional.

3. La enseñanza de las reformas de la educación

Si algo queremos aprender de experiencias reales conviene mirar las reformas de la educación en países de la región cuya disponibilidad de recursos es similar a la de Guadalajara, Jalisco o México. Las reformas de la educación en curso en la región latinoamericana pretenden reestructurar la gestión de los sistemas de formación, el financiamiento y las conexiones de estos con la actividad productiva y la vida social. También pretenden que los beneficios de esta alcancen a la mayor cantidad posible de individuos y directa o indirectamente a las producción y la sociedad. Esto implica, entre otras cosas, reorganizar el mix de beneficios y de costos entre el sector público y el privado, redefiniendo la injerencia de las instituciones y los individuos.

Tradicionalmente en la región había prevalecido el patrón europeo en los contenidos, gestión y financiamiento de la educación, caracterizado por tener un fuerte componente estatal, con una baja contribución directa individual pero fuerte contribución social por medio de altos impuestos, no necesariamente específicos para educación, y si específicos o incentivos fiscales para capacitación. La educación privada en este esquema es irrelevante, aun cuando ha sido siempre importante en la región, asociado esto a políticas muy definidas de distribución igualitaria del ingreso, que cuando han existido han sido mucho más tímidas en la región. Las reformas tienden a acercarse al patrón norteamericano, llegando a veces, como es el caso de Chile, a disposiciones aun más radicales. El modelo norteamericano tiene un componente estatal para la educación escolar, pero más moderado que el europeo, descentralización administrativa, un aporte privado variable, con una proporción importante de escuelas privadas muy gravitantes.

Las reformas educativas han sido una reacción positiva a los cambios en le economía y sociedad. Han partido de diagnósticos de la realidad de los sistemas de educación destacando sus limitaciones para acompañar los otros procesos sociales. Han llamado la atención hacia problemas relevantes de organización, gestión, contenidos, cobertura y financiamiento. Hasta donde yo se en todos lo procesos de reforma se han elaborado estudios comparativos de los sistemas de educación en otros países, lo que ha provisto de material y fuentes de referencia a los diseñadores y ejecutores de estas políticas. En muchos de ellos se han puesto al día los curricula y los métodos de enseñanza, más de acuerdo con los objetivos de formación propuestos. Sin embargo, los sistemas de educación tienen un peso específico, rigideces y dinámicas propias que no siempre va en la misma dirección que las reformas y que han sido muy difícil de modificar. Los docentes constituyen un escollo importante, el peso de la o las burocracias estatales, la falta de canales para la participación de las familias, las faltas de información oportuna y comprensible también operan en contra.

La mayoría de las soluciones propuestas por las reformas muestran inercias que consisten en seguir pautas prefijadas que en oportunidades no tienen en cuenta algunas condiciones reales, por ejemplo, el objetivo de ampliar los años de escolaridad

se hace siempre (con la excepción del Uruguay) privilegiando la educación secundaria tratando de retener a los estudiantes más tiempo en el sistema escolar, cuando es más barato, más fácil y con mayores efectos pedagógicos, estimulación precoz, sociales y eventualmente nutricionales (con políticas complementarias en esta dirección) más importantes en el mediano y largo plazo si se amplia el preescolar; las reglamentaciones vigentes sobre quien puede enseñar, o la estructura de gestión que pueden tener las escuelas, dificultan la introducción de practicas que podrían ser eficientes, ejemplo de esto son algunas de las dificultades que enfrentan los sistemas de alternancia; la adaptación de tecnologías exitosas en otros países se ven bloqueadas por las condiciones locales haciendo estériles estos intentos; etc.

Indudablemente que algunas de las reformas ya introducidas o planeadas tienen o tendrán efectos positivos tanto para la productividad como para la equidad. Prolongar la escolaridad tiene efectos en el desempeño en el trabajo, aun cuando una población más educada desvaloriza el impacto social de los diplomas, la descentralización facilita diagnósticos y diseño de soluciones específicas, pero si las unidades administrativas no disponen de recursos no pueden implementar las mejores soluciones. Si la descentralización está asociada con descentralización en la recaudación y administración de recursos los estados, municipalidades o provincias de más recursos implementará políticas más efectivamente que las de menores recursos. En sociedades con tan grandes desigualdades sociales la participación de los padres, propiciada por muchas reformas, acentuará la desigualdad si no hay políticas complementarias dirigidas a los sectores menos educados para incorporarlos a la gestión escolar. El perfeccionamiento docente si bien incentiva el mejoramiento de la práctica escolar puede tener efectos perversos al transformarse en sólo un mecanismo de ascenso en la carrera profesional de este gremio.

Otra dimensión de las reformas en curso es la simplificación excesiva de los problemas que pretenden resolver y, en consecuencia de las soluciones propuestas, esto quizás sucede en

toda transformación de un sistema, pero en este caso es imprescindible considerar la complejidad del aparato productivo, de la estructura social y mantenerse abierto a soluciones diversificadas, con metodologías no ortodoxas, teniendo siempre presente las grandes diferencias en la población, las distintas demandas del aparato productivo y el gran abanico de posibles caminos de construcción o reforma de los sistemas.

Un análisis somero de las reformas de la educación media en curso deja ver que estas han tomado implícita o explícitamente ciertas opciones o concepciones de desarrollo económico y de gestión.

- Diseño de modelos educativos difícilmente sustentables con los recursos, conocimientos y tecnologías disponibles
- Una opción por acomodar los sistemas de educación al sector moderno de la economía, descuidando los otros sectores *(a partir de una base inadecuada, profesores, tradiciones etc.)(demandas del mercado del empleo son bastante más complejas)*.
- Una división del trabajo entre los diferentes niveles educativos con una tendencia a concentrar la formación de habilidades básicas en todas las modalidades de la educación secundaria.
- Descentralización de la gestión de la educación, con variaciones en los diferentes países.
- Un mayor gasto en educación con un aporte estatal más alto, pero al mismo tiempo una contribución de los individuos mucho más importante que anteriormente.
- Intentos de encontrar fuentes adicionales de financiamiento para el proceso de reformas y eventualmente fuentes financieras alternativas más permanentes.
- Existen argumentos para pensar que el efecto de las reformas sobre la equidad será magro.

Sin embargo, de las reformas y acciones para mejorar la formación en sus distintas modalidades: escolar, universitaria formación, para el trabajo y capacitación se pueden obtener

enseñanzas. Este es ya un capital acumulado que no conviene desperdiciar y que puede ser usado efectivamente mediante adaptaciones a situaciones específicas, como es la de Guadalajara.

4. Respuestas efectivas

Las respuestas que se han mostrado efectivas son la resultante de un uso eficiente de los instrumentos disponibles para formar, entrenar y capacitar. Esto implica, entre otras cosas, una habilidad de parte de los gobiernos, de los individuos y de las empresas para usarlos de la manera más apropiada para satisfacer sus necesidades. Como parte de los instrumentos de formación son del dominio público y caen bajo la responsabilidad de los gobiernos la relación público-privado es un factor decisivo para que las diferentes instituciones y acciones de formación establezcan o no relaciones armoniosas. Se advierten diferentes tipos de relaciones entre ambos sectores que van desde empresas que asumen todo el proceso formativo desde la formación de habilidades básicas en la escuela secundaria hasta la especialización, hasta empresas que externalizan absolutamente todo el proceso de formación. Entre ambos extremos está la mayoría de las unidades productivas que buscan estructurar un mix de acciones públicas y privadas con predominio de unas u otras. No es conveniente tratar de establecer un ranking que diga cual de las estrategias es la mejor o que combinación de público y privado entrega la solución óptima. Pero si es importante analizar algunas experiencias exitosas con el objeto de evaluar su efectividad. Para ello hay ciertos temas que hay que considerar, estos son:

- el papel que se le atribuye al sistema de educación,
- el gasto en formación en particular en relación con la formación especifica,
- los incentivos existentes para ampliar la cobertura de la formación,

- los factores de naturaleza didáctica que inciden en un mejor aprovechamiento de los recursos

a) *Relación con el sistema de educación formal*. La educación formal o escolar en todos los países de la región es de propiedad o está bajo supervisión directa del Estado, tanto en materia de recursos como de contenidos. Para cualquier proceso de reclutamiento y para cualquier proceso de preparación para el trabajo la calidad de la formación escolar y la cantidad de años que las personas hayan seguido estudios en ella es un factor decisivo. Todos los procesos formativos para el trabajo se apoyan sobre la escuela, en tanto que esta es la referencia y punto de partida de cualquier acción en este ámbito.

Las empresas hacen crecientes demandas de formación, una formación básica de nueve años es exigida por empresas mexicanas que operan con tecnologías avanzadas, como es el caso de Hylsa, siderúrgica, de Siemens eléctrica y electrónica; ocho a nueve años piden también las industrias gráficas en Chile, y las industrias químicas en Brasil, sólo para citar algunos ejemplos. Los contenidos de esta demanda varían: Mercedes Benz de México por ejemplo, industria ensambladora de camiones, por lo tanto de bajo nivel tecnológico, exige educación secundaria completa siendo indiferente en cual modalidad de secundaria hayan estudiado sus trabajadores. Con otras ensambladoras como las que están en zona franca en la República Dominicana o en El Salvador ocurre algo similar, no discriminan las modalidades educativas de los trabajadores que contratan y persiguen elevar el umbral mínimo de educación escolar que estos deben poseer. En muchas de estas empresas las exigencias educativas escolares han ido subiendo en la medida en que aumenta la cobertura del sistema de educación y la permanencia en el de una proporción creciente de la población, se trata de una oferta que crea su propia demanda. La cantidad de años de estudio demandados no es una variable que dependa del nivel tecnológico de las empresas en estos casos si no que de la oferta. Esto no quiere decir que el nivel tecnológico que tienen estas empre-

sas no generen demandas de formación en los trabajadores, si no que para operar este tipo de máquinas e instrumentos no se necesitan conocimientos como los que imparte la secundaria completa. Desde este punto de vista la formación escolar secundaria completa no es funcional con el entrenamiento que las personas realizan al incorporarse en la producción, ni tampoco con la formación específica posterior. Por eso este tipo de empresas no hacen énfasis en los contenidos que se han aprendido en la escuela al serles indiferentes si los trabajadores han asistido a una escuela general o a una técnica. Sin embargo, es funcional con el proceso de trabajo, los empleadores a menudo hacen notar que el mayor mérito de una escolaridad prolongada es que los trabajadores han aprendido disciplina, y todo lo que va con ello: trabajo en equipo, respeto a las cadenas de mando, comprensión de reglamentos e instrucciones, etc. Pero la formación secundaria es equivalente en estas industrias a experiencias laborales prolongadas en la misma empresa. Estas prefieren reincorporar a trabajadores antiguos que habían salido en etapas de recesión cuando hay expansiones de mercado.

Una percepción diferentes tienen las empresas que están más avanzadas tecnológicamente y que la tecnología que emplean no les facilita la organización flexible del trabajo. Es decir se trata de las empresas que mantienen una diferenciación de oficios y especialidades, como son algunas de las actividades operativas en las siderúrgicas en México y Brasil, las automotrices que también fabrican partes y componentes, las químicas, las electrónicas, las gráficas etc. Estas si ponen más atención a los contenidos de la enseñanza secundaria. La formación técnica es valorada por sus contenidos y los egresados de estas modalidades tienen preferencia sobre aquellos que han seguido una formación general. El proceso de aprendizaje es en estas más complejo y las operaciones suponen una mayor comprensión de los principios que mueven las máquinas. Para comprender los mecanismos y procedimientos de producción las personas que los operan deben tener conocimientos específicos del área. Son

estas las empresas que colaboran en mayor medida con los sistemas de educación secundaria técnica. Algunas de estas, como es Siemens en México y Brasil, Volkswagen en México o las químicas y las gráficas en Chile, han establecido sistemas propios de formación escolar. Pero lo establezcan o no están más dispuestas a contribuir a diseñar políticas para esta modalidad, recibir aprendices o sugerir cambios curriculares.

Las empresas que utilizan tecnologías avanzadas, pero tienen organizada la producción en forma flexible, se encuentran con un problema cuando tratan de satisfacer las demandas operativas. Estas necesitan trabajadores con una buena formación en habilidades básicas y precisan al mismo tiempo personas con un buen conocimiento de los principios técnicos que emplea la firma. Ni la formación general, ni tampoco las modalidades técnicas forman apropiadamente. Pero frente a la opción las empresas con organización flexible prefieren a los egresados de la formación general porque la formación que estos tienen debería capacitarlos al menos para raciocinios lógicos. Las empresas con estas características deben a menudo compensar las deficiencias de formación básica que traen las personas, no tanto por falta de escolaridad como por la calidad de la enseñanza escolar. Esta situación no debe confundirse con la de otras empresas en la región, sin organización flexible, que también deben compensar deficiencias de educación básica, sobre todo de trabajadores antiguos, cuando hacen mejoramientos tecnológicos radicales. Las empresas con organización flexible, entonces, hacen un uso más restringido del sistema de educación, comparativamente a otro tipo de empresas. Empresarios en Chile, México y República Dominicana afirman que su objetivo es contratar personas con alguna formación técnica post secundaria, esta les asegura la formación general temática que necesitan. En la práctica son pocas las empresas que están en condiciones de pagar salarios suficientemente altos como para atraer masivamente a personas que reúnan estas características. Estas mismas empresas facilitan que sus trabajadores consigan dicha formación en el sistema es-

colar regular proporcionando becas, tiempo para asistir a clases etc. En cualquier caso el balance general para estas empresas es que no obtienen lo que esperan del sistema de educación, lo que les castiga su productividad y les lleva a incurrir en gastos adicionales, lo que implica costos de inversión por encima de los que tienen sociedades donde esta formación es efectivamente asignada al sector público.

Las empresas pequeñas y medianas, la mayoría de ellas con tecnologías que se sitúan a muchos años de la frontera tecnológica, tienen una estructura operativa basada en oficios. En las actualidad estas confían en la oferta de la educación secundaria técnica para abastecerse de recursos humanos calificados. El sector que puede hacer mejor uso de esta oferta son precisamente estas empresas dadas las características de la enseñanza en estas escuelas, de las técnicas allí enseñadas y de los hábitos de trabajo que forman. Estas son un apoyo para las PYMEs de la región. La cuestión que se plantea es si contribuyen efectivamente a mejorar la productividad de las empresas, si contribuyen a acelerar la innovación tecnológica o si contribuyen a mejorar los procesos productivos. Con la información disponible, que es incompleta, hay que responder que no responden a tales expectativas. Y que si bien las escuelas técnicas proporcionan la fuerza de trabajo demandada por este tipo de empresas y así estás reducen eventuales costos el impacto de la reducción de costos no es, en definitiva, la mejor inversión en el sentido en que no tiene efectos multiplicadores en el mediano o largo plazo.

b) *La formación en la empresa.* Es una dimensión insustituible de toda formación para el trabajo, capacitación y, por definición, del entrenamiento. Cualquier proceso de formación exitoso conlleva un período en condiciones de trabajo reales. En algunas empresas se implementa esta etapa de la formación organizadamente y considerada en el presupuesto. Estas, además, destinan recursos humanos y financieros para hacerla más eficientemente, se trata de aquellas firmas que consideran la formación como una inversión importante. En otras se realiza esta

actividad como un "mal necesario", y los costos son contabilizados como pérdida o como costo asociado a la contratación de trabajadores, en tanto estos durante el primer período de trabajo tienen una productividad menor a la media.

El otro tema importante en relación con los costos de la formación en la empresa es el divorcio que existe entre formación y producción, que hace que las empresas no estén preparadas para atender sistemáticamente a personas que estén haciendo un aprendizaje. El uso de instalaciones de la empresa y de participar de un ambiente real de trabajo permite realizar esta formación con un costo muy inferior del que tiene recrear las condiciones de trabajo en un taller de escuela o instituto de formación. En toda la región hay un porcentaje importante de empresas que no manifiestan interés en participar en programas de formación, cuando no se trata de sus propios trabajadores. A menudo esta es una de las etapas más difíciles de todo intento de innovación en esta ámbito.

c) *El gasto en formación.* Es variable tanto de parte de las empresas como de los gobiernos. Las modalidades del gasto, estatal o privado, no siguen tampoco esquemas comunes en ninguno de los dos casos. Hay gobiernos que han optado por fortalecer esquemas de formación con una fuerte participación de organismos públicos como es el caso de Colombia. México que no había tenido organismos de formación estatales recientemente esta también fortaleciendo la participación gubernamental y la oferta de formación desde los organismos estatales, a los que se contrapone Chile que ha desmantelado los organismos de capacitación estatal y está transfiriendo al sector privado tanta formación como sea posible, incluyendo a la formación técnica secundaria. La manera de canalizar recursos es el mecanismo más usado para darle forma a los sistemas de formación, capacitación y entrenamiento.

La pregunta elemental aquí es ¿quien debe hacer el gasto en educación? Ya hay consenso en que el esquema del "estado docente" no puede ser aplicado una vez que la demanda por educación ha crecido a los niveles actuales, de ahí que uno de los

temas de las reformas, tanto secundaria como universitaria sea la cuestión de las fuentes de recursos.

En su dimensión de "bien público" no hay inconveniente en aceptar que el costo de la educación pueda ser pagado por el Estado, por medio de impuestos específicos (en el caso de la capacitación), incentivos fiscales, el presupuesto regular de la nación o de los estados. Cuando se plantea la apropiabilidad de los beneficios de la educación aparecen problemas no resueltos sobre la inversión en educación ligados a la distribución del ingreso en los países: caben pocas dudas que los individuos que se educan reciben beneficios, también los empleadores y además están los beneficios sociales. Una regla clara sería que paga quien recibe los beneficios y el problema técnico sería encontrar la manera de implementarla. El problema es que una buena cantidad de las empresas y la mayoría de los individuos o sus familias no disponen de recursos suficientes para invertir en capital humano y que si no se invierte la sociedad verá amenazadas sus posibilidades de crecimiento económico.

Existen algunas iniciativas para generar recursos nuevos y muchas propuestas aun no implementadas, desde prestamos de los organismos internacionales, incentivos fiscales, impuestos específicos para algunos sectores de la educación (capacitación), privatización del sistema de educación en alguno de sus niveles (secundario y superior), vouchers, participación de empresas proporcionando infraestructura y conocimiento tecnológico, franquicias tributarias, pago de matriculas y/o aranceles, becas de estudio, y otros que probablemente se me escapan.

La discusión en torno a las diferentes políticas y propuestas en este ámbito ha tenido una fuerte carga ideológica y partidos tomados a priori que ha dificultado analizar las bondades o maldades de cada una de estas iniciativas. Este es un tema bastante central en la definición de estrategias y políticas, no sólo porque es un problema que es imprescindible solucionar, sino también porque la manera como se le enfrente compromete toda la gestión y, eventualmente, la orientación de los sistemas de formación, así como la apropiación de los beneficios de ella.

Los gobiernos tienen dos opciones principales para canalizar recursos, estos son estableciendo ellos mismos instituciones de formación como en Perú, Colombia etc. o subvencionando estas actividades para que sean implementadas por organismos privados o por las empresas mismas, reservándose el Estado en esos casos un papel regulador, orientador o de fuente de créditos para la formación. La mayoría de las subvenciones estatales en la región van hacia la oferta de formación, al apoyar, por diversos medios a los organismos que ofrecen capacitación o a las empresas mismas que hacen capacitación. También hay subvenciones a la demanda, en implementación o como proyectos en Chile, Jamaica, la República Dominicana, entre otros. Las fuentes de ingresos para este gasto es por medio de impuestos generales, en la mayoría de los países, o por impuestos o levas específicas, generalmente una proporción de la nómina salarial que va del 0,75% en la República Dominicana al 3% en Jamaica. Sólo Chile ha experimentado con una deducción impositiva del 1%.

La privatización de los sistemas de formación y la administración privada de los recursos que pone a disposición el Estado ha sido una discusión existente en la región desde los años setenta, llegando a ser un tema central en la década de los años ochenta y noventa. Hoy día hay bastante consenso en la necesidad de una participación del sector privado en la atribución y administración de los fondos públicos para la formación. Hay menos consenso sobre cual es la manera más efectiva de hacerlo. También está en discusión si la fuente principal de financiamiento debe ser la estatal o si esta sólo debe cumplir algunas tareas específicas. Muchas empresas y muchos empresarios piensan que es el Estado quien debe entregar todos los recursos necesarios para esta actividad y limitan sus acciones de formación a los recursos que obtienen de los gobiernos. Hay otras empresas, generalmente las más dinámicas que, sin dejar de participar en esta discusión y sin dejar de tratar de obtener la mayor cantidad de

beneficios estatales, toman iniciativas de formación considerando que el aporte estatal es complementario. Destinan así recursos propios que a veces son considerables.

Las modalidades de gasto privado más importantes, no tanto por los montos de recursos si no por la creatividad y efectividad que muestran son: la formación de alternancia dual o inspirada por esta, las vinculadas a las transferencias de conocimientos en las cadenas productivas, aciones puntuales para resolver problemas específicos, acciones de formación entreverados con la organización de la producción.

El conjunto de experiencias realizadas en la región con formación de alternancia son muy diversas en materia de contenidos, métodos, maestros, tiempo en el trabajo y la escuela, sectores productivos etc. De ellas se pueden obtener enseñanzas útiles cuya sistematización es hoy muy necesaria. Sobre todo porque algunas de estas experiencias dejan ver que el método de alternancia puede ser el que utilice de manera más eficiente los recursos para la formación para el trabajo si se lo implementa durante la edad escolar. La formación dual se ha implementado, en la mayor parte de los casos, con una combinación de recursos públicos y privados. Cada uno de los sectores hace aportes en el área de su competencia: las empresas en el entrenamiento en el trabajo y el sistema escolar la formación general y específica. Y se busca, aunque no siempre se consigue, una gestión conjunta y definiciones compartidas en contenidos curriculares, control del entrenamiento, certificación, exámenes, formación de los docentes para las actividades académicas y de los tutores para la supervisión en las actividades de formación que se realizan en el lugar de trabajo. Una excepción la constituye formaciones duales de algunas empresas alemanas como Siemens que se realizan y administran casi totalmente con recursos de la empresa. Son experiencia únicas y difícilmente replicables, por el volumen de los recursos disponibles, por la metodología y porque están anclados en experiencias acumuladas por las empresas en su casa matriz. Pero hay otros ejemplos generados localmente, con

o sin apoyo de la cooperación alemana, cuyos resultados son también satisfactorios, los que sin duda pueden inspirar políticas y estrategias efectivas. En la mayoría de los países la formación de alternancia esta en una fase experimental y restringido a unos pocos sectores. En Perú y República Dominicana en cambio es el método principal escogido por los organismos de capacitación estatales para formar y capacitar. Es en estos países donde se han ensayado combinaciones de actividades en el trabajo y escolares con un fuerte predominio de lo laboral y donde el Estado ha comprometido grandes recursos de diversas maneras, que van desde el subsidio directo hasta la provisión de infraestructura, formación de docentes, orientación etc. La eficacia de tales estructuras de formación de alternancia merecen un estudio cuidadoso.

Las modalidades de formación inspiradas por la educación dual plantean preguntas y desafíos en diferentes ámbitos, todos los que implican asignaciones diferentes de recursos y cuya consecución implica implican alcanzar ciertos equilibrios. Entre ellos hay que mencionar el que debe existir entre la formación en el trabajo y fuera de él; el que hay entre la libertad para innovar y formular planes y programas y el papel regulatorio que conserva el Estado; el que debe alcanzar una educación masiva que al mismo tiempo tiene altos niveles de calidad.

Para el tema de la asignación de recursos son también significativas aciones puntuales para resolver problemas específicos. Estas son generalmente una simple compra de servicios a instituciones especializadas ubicadas fuera de las empresas. Para la gran mayoría de las empresas, en especial para las pequeñas y medianas, esta modalidad de formación es la más utilizada aun cuando a menudo no es totalmente satisfactoria. Los costos de gestión, información e intermediación son a menudo altos, se mueven entre un 15% y un 20% del total del gasto en formación. Además los curricula son diseñados sin participación de los técnicos que están en la producción, lo que implica que responden más a una noción teórica del puesto de trabajo que a satisfacer demandas específicas. Este tipo de formación logra mejores resultados cuando man-

tiene una relación estrecha de diseño y gestión con las actividades operativas, como es por ejemplo en una zona franca en la República Dominicana y en instituciones de formación que trabajan vinculadas muy estrechamente con grandes empresas. En este último caso se trata de institutos de formación que celebran contratos de largo plazo con empresas que generan demandas permanentes de estos servicios y ocupan una alta proporción de la capacidad instalada de las instituciones de formación.

Las cadenas productivas, en especial aquellas que se han estructurado con tecnologías de punta y han externalizando actividades de ingeniería y servicios de post venta como son entre otras las automotrices, transfieren conocimientos simultáneamente con la transferencia de tecnologías. La subcontratación implica por una parte establecer un conjunto de especificaciones y por otra un sistema de controles de calidad de parte de la empresa central sobre las subcontratadas. Ambos definen las tecnologías que deben utilizar las firmas subcontratadas. Estas tecnologías generalmente pertenecen a la empresa central o deben subordinarse a la producción en esta. El conjunto de relaciones que se establece entre ambas empresas va orientando las decisiones estratégicas de las empresas proveedoras de insumos, entre las que se cuentan las decisiones de formación y capacitación. Cuando la tecnología que utiliza la empresa subcontratada es transferida desde la empresa central también los conocimientos de los trabajadores se obtienen de esta. En empresas como Hylsa (siderurgia), Volkswagen o maquiladoras electrónicas (república Dominicana, México etc.) la formación misma en las empresas subordinadas es implementada directamente por la empresa central. Es así como esta relación define por una parte el flujo de recursos internos de las empresas subcontratadas para la formación y además incentiva a las empresas centrales a orientar recursos hacia sus proveedoras.

Las experiencias de formación entreveradas con la producción, en el sentido de ligar la formación y capacitación a la producción como un componente permanente de las actividades

operativas, son especialmente interesantes y merecen un estudio en profundidad. El ejemplo más representativo es el de la planta Volkswagen de Puebla. En esta dos dimensiones son centrales, una es la estructura de responsabilidad piramidal en toda la empresa y el otro es la incorporación de los responsables por la formación a las actividades operativas. La estructura de mando de la empresa es, al mismo tiempo, un sistema de responsabilidades. Esto quiere decir que cualquiera que ocupe puestos de mando (jefe de taller, jefe de producción, director de división etc.) es responsable por el rendimiento de quienes están bajo su mando, es además responsable de mantenerlos informados del funcionamiento de la planta y de las decisiones que se toman en los niveles superiores. Si algo en la unidad falla o no se cumple con los objetivos fijados se responsabiliza al jefe por no haber detectado a tiempo aquello que impide el cumplimiento de metas. Entre otras el jefe debe ser capaz de detectar las deficiencias de conocimientos e información de sus subordinados. Para esta detección cuenta con el apoyo de los responsables de formación que están la mayor parte de su jornada laboral en los talleres ayudando a detectar necesidades e implementando acciones de formación. Esta manera de concebir la formación supone la disposición de la empresa a invertir en este rubro. Volkswagen invirtió en 1997 4,5 millones de marcos en capacitación interna a lo que hay que sumar 1,5 millones en tiempo de los trabajadores. Por otra parte utilizan los programas estatales del CIMO cuando estos ofrecen cursos de formación que responda a sus necesidades. La empresa cuenta con un centro propio de capacitación que se ocupa de la formación más específica de la empresa. Como parte del esquema de financiamiento de este centro venden servicios de formación a otras empresas, generalmente proveedoras o de servicio de post venta. De esta manera logran autofinanciar el centro en un 35%. Una dimensión interesante de esta estrategia de formación es que a menudo han logrado detectar que no todos los problemas de funcionamiento en la pro-

ducción se resuelven con formación, si no que son corresponden solucionarlos mejorando el clima organizacional en el taller.

Un caso especialmente interesante es el de empresas en sectores de punta, como es el electrónico, que han ido formando gente en una primera etapa y posteriormente incentivando la generación de instituciones formadoras que capacitan en esas áreas. Como señala Dussel (1998) "Actualmente, existen instituciones con la posibilidad, tanto de capacitar fuerza de trabajo a nivel técnico medio como de diseñar y manufacturar circuitos integrados, diseños de sistemas y de circuitos impresos, entre otros productos electrónicos de alta complejidad. Estas experiencias reflejan que, por un lado, ya existen instituciones de alta calidad educativa y tecnológica y, como se propone, con un alto grado de difusión regional y nacional. Sin embargo, por el momento, estas instituciones no han recibido la debida atención tanto por instituciones gubernamentales como no gubernamentales. Sin lugar a dudas, este tipo de política requiere de fomento y de costos directos e indirectos, tanto de instituciones gubernamentales y no gubernamentales como de las empresas contratistas y proveedoras".

d) *Los incentivos para ampliar la cobertura de la formación*. Se ha ensayado diferentes incentivos en la región para interesar a empresarios y trabajadores en este tema. Para los trabajadores el incentivo más poderoso es, sin duda, el salario. Sin embargo, experimentos de asociar salarios con formación no han sido totalmente exitosos. El ejemplo de una industria de papel e imprenta en República Dominicana en la que se intentó introducir este tipo de incentivos llevó a resultados poco satisfactorios en tanto que los aumentos de productividad así obtenidos eran muy menores y no compensaban los costos de formación y los aumentos de salarios decurrentes. Este puede ser un ejemplo de organizar formación cuyos contenidos no corresponden a la demanda efectiva de la producción. Más efectivo ha sido asociar carrera profesional dentro de la empresa con formación, en estos esquemas la formación en cualquiera de sus moda-

lidades (capacitación, entrenamiento, formación) es sólo uno de los factores que interviene para la promoción de las personas a mayores responsabilidades y por ende a mejores salarios. La capacitación y formación en estos casos está integrada a un conjunto de otros factores tales como experiencia, desempeño etc.

Más importante que los incentivos a las personas dentro de cada empresa es el problema de la falta de incentivos para las personas en el mercado del trabajo. Los incentivos dentro de las empresas es un asunto que puede resolverse con reestructuraciones y políticas que se han probado eficaces, es un problema básicamente de gestión. Sin embargo las soluciones aplicadas en este contexto siempre están subordinadas a la oferta de movilidad ocupacional y salarial que puede existir en la firma, pero rara vez los incentivos efectivos al interior de una empresa provocan a las personas a buscar formación que trascienda el ámbito laboral actual. Los incentivos para formarse operan con más efectividad sobre quienes aun no se han incorporado a labores productivas que sobre aquellos que ya están trabajando. Hay aquí un fenómeno de expectativas asociadas con formación.

Las razones que explican que los incentivos que son efectivos sobre las personas antes de incorporarse en el mercado del trabajo y dejan de operar cuando estas mismas personas están en alguna actividad económica son de diverso orden. Entre ellos cabe mencionar: Para una persona que no trabaja no se plantea la pregunta por los costos de oportunidad que si está presente en un trabajador; el valor de mercado de una calificación es indefinido, en tanto que no existen sistemas de certificación de valor nacional, con la excepción de aquellos que son adquiridos en el sistema escolar, ni existe tampoco ninguna otra forma de evaluación de conocimientos y habilidades aceptada socialmente; un cierto "realismo" de los trabajadores, una vez que han tomado contacto con el mundo del trabajo, sobre el valor que los gerentes y jefes de operaciones le atribuyen a la formación y sobre el efecto que esta tiene sobre sus condicio-

nes laborales[2]; los costos directos de la formación y capacitación para los trabajadores son altos, lo que no es así para quienes están en edad escolar, esto contribuye a disuadir a los trabajadores para que inviertan en formación; hipotéticamente se puede plantear, además, que la productividad marginal debida a mayores conocimientos o habilidades de los trabajadores no se refleja en salarios, lo que desincentiva a los trabajadores a invertir en formación que es uno de los factores importantes para aumentar la propia productividad.

En México se ha buscado revertir esta situación creándose un sistema de certificación de competencias de valor nacional (CONOCER). Este está aun en una fase experimental y es conveniente observar sus resultados. Pero en la mayoría de los países se ha buscado más bien crear incentivos para que los empresarios capaciten a los trabajadores que emplean. Así se ha establecido una batería de subsidios directos e indirectos que buscan bajar los costos de la capacitación y el entrenamiento y a incentivar a los empresarios a gastar más en formación. Los pocos estudios que se han hecho sobre la efectividad de estos subsidios para aumentar la demanda por formación muestran que han tenido un efecto en el sentido esperado, pero que este aumento ha sido muy inferior a las necesidades de la economía. Sectores importantes permanecen excluidos de estos incentivos estatales. En especial cabe mencionar las pequeñas y medianas empresas en todos los países de la región y en algunos como Chile, Jamaica entre otros las funciones operativas. En estos últimos se han privilegiado las funciones administrativas y gerenciales.

Los incentivos es un tema sobre el que ya se ha avanzado pero sobre el cual queda bastante por hacer. En otro documento

2. El valor que los empresarios le atribuyen a la formación en todo cuestionario, declaración pública, entrevista etc. es muy alto. Sin embargo en la práctica de gestión muy pocos de ellos se ocupan activamente de mejorar la formación de sus trabajadores, de evaluar sus conocimientos efectivos o de crear incentivos para que estos mejoren su nivel de formación. Por otra parte a menudo los trabajadores esperan que después de terminar cualquier actividad estrictamente formativa obtengan una mejora salarial, lo que habitualmente no se cumple y que también tiene efectos disuasivos sobre los empresarios.

(Agüero y Labarca 1998) hemos analizado este problema con detalle y se ha hecho una propuesta que busca incentivar la inversión de los individuos en formación. También se ha hecho un estudio de factibilidad financiera (PanAmerica Consultores, 1998) de esta propuesta. Este no es el único incentivo posible, es un desafío descubrir otros que sean efectivos tanto para los individuos como para las empresas.

e) *Los factores de naturaleza didáctica que inciden en un mejor aprovechamiento de los recursos*. En el plano de las pedagogías también hay respuestas efectivas que son un buen punto de partida para desarrollos posteriores. En primer lugar está la formación de alternancia. En la región, en la mayoría si no en todos los países hay experiencias de educación de alternancia. El principio pedagógico básico es relativamente simple y ha sido utilizado ampliamente por la educación dual alemana, es el de combinar la formación escolar con el entrenamiento en lugares de trabajo. Al aplicarlo en la región han surgido un sinnúmero de versiones que tratan de tener en cuenta las condiciones locales. Algunas de estas han sido muy exitosas aplicando un patrón educativo muy similar, si no igual al de la educación dual alemana, como son las experiencias que ha hecho Siemens, Volkswagen y Mercedes Benz en México, las escuelas patrocinadas por los industriales de imprentas y químicos en Chile, entre otras. Otras experiencias se han desviado de este modelo original, también con buenos resultados como son la de la industria de muebles en República Dominicana y algunas especialidades en Perú. En estas se constata que los que siguen estas modalidades tienen empleos adecuados, baja rotación, son demandados por las empresas y buenos niveles de productividad.

Por otro lado existen iniciativas de alternancia que no muestran los mismos resultados, lo que indica que no es una fórmula infalible y que su implementación exitosa requiere ciertas condiciones no siempre posibles de alcanzar. Entre ellas cabe mencionar una participación efectiva de las empresas, la formación de maestros docentes de escuela con un contacto directo

con la industria, períodos de formación relativamente largos, dosificación de tiempos entre escuela y trabajo equilibrados, una orientación docente de la práctica y entrenamiento en el taller etc. Con otras palabras, este modelo educativo es muy complejo y requiere un ajuste de todas sus partes para que sea efectivo.

Otro modelo pedagógico de interés para quien busca efectividad es el que ha aplicado la Volkswagen en México porque ilustra algunas de las condiciones que debe tener una formación que se ajusta a las demandas reales de la producción. Entre los componentes que configuran esta modalidad están la definición de contenidos curriculares sobre la base de observaciones de las operaciones reales, efectuadas en los procesos productivos, observaciones realizadas por los ejecutores mismos de la formación. Los métodos de enseñanza son activos y la mayoría de las actividades de capacitación se hacen en las instalaciones de la empresa misma. En esta empresa, como también en Mercedes Benz y en otras que han hecho opciones similares, se ha experimentado con métodos de enseñanza que les permiten dejar implícito el marco teórico de los contenidos, enfatizando la dimensión práctica de la formación y capacitación. Los instructores, si bien son docentes profesionales, están gran parte de su tiempo en las actividades operativas relevando información de los procesos y de la personas. Ellos trabajan, además, en estrecha colaboración con los responsables de las faenas. El volumen de conocimientos transmitidos está dosificado e acuerdo a necesidades funcionales, lo que supone que no haya carencias importantes de formación básica.

5. Políticas y acciones

A continuación se sugiere un conjunto de acciones como base y punto de partida para el diseño de políticas y estrategias para la educación considerando especialmente las condiciones que ofrece Guadalajara. Estas son aplicables en la región y tienen en cuenta las restricciones y fortalezas locales

- Creación de fondos compensatorios para la formación para el trabajo y la capacitación que aseguren la continuidad de las acciones en períodos recesivos o críticos.
- Sistemas de certificación de competencias que garanticen a empleados y empleadores el valor de los conocimientos y habilidades adquiridas, independientemente de la manera como estos fueron adquiridos.
- Organización de la capacitación y definición de los contenidos de esta teniendo en cuenta las diferencias sectoriales.
- Vincular las instituciones de formación y capacitación a entidades empresariales regionales y a gobiernos locales (municipal, regional etc.)
- Estructurar los sistemas de formación con gran flexibilidad para que estén en condiciones de atender demandas cambiantes
- Incentivar la participación de los trabajadores en las decisiones sobre formación principalmente por medio de incentivos, acceso a decisiones sobre fondos públicos y definición de necesidades de formación.

Bibliografía

Agüero V. y Labarca G. (1998) "Fondo de capacitación y entrenamiento", CEPAL LC/R. 1810, Santiago

Becker, G. (1975): "Human Capital and Personal Distribution of Income. An Analytical Approach", Ann Arbor, United States, University of Michigan.

Crespi. G. (1997) "Intermnediación privada en el mercado de capacitación, impacto en la pequeña y mediana empresa" CEPAL, LC/R 1746, Santiago

Dussel Peters E. (1998) "La subcontratación como proceso de aprendizaje: El caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa." CEPAL, LC/R. 1808, Santiago

Dussel E. (2000) "Conditions and Challenges of the Electronic Industry in Jalisco" en El Mercado de Valores, Sept-Oct. México

Labarca, G. (1995): How much can we spend on education?, *CEPAL Review*, No. 56, LC/G.1874-P, Santiago, Chile, ECLAC.

Labarca G. (1998) "Formación para el trabajo en industrias mexicanas", CEPAL, LC/R.1804, Santiago

Peres W. Stumpo G. eds.(2002) "Pequeñas y Medianas Empresas Industriales en America Latina y el Caribe" Siglo XXI, México

PrimAmerica Consultores (1998) "Fondo de capacitación y entrenamiento, modelo operativo", CEPAL LC/R. 1810, Santiago

Wilde R., Mertens L. y García A.(1998): "Procesos de subcontratación y cambios en la calificacion de los trabajadores: Estudios de Caso en México, CEPAL (en prensa) Santiago.

La industria electrónica en México y en Jalisco (1990-2002)

Enrique Dussel Peters

Introducción

La industria electrónica en México se ha convertido en una de las de mayor dinámica en México y representó, en 2001, el 27.28% de las exportaciones totales, y una tasa de crecimiento promedio anual significativamente superior al de las exportaciones totales. Considerando que las exportaciones en México se han convertido en el principal motor de crecimiento desde la implementación de la nueva estrategia de crecimiento desde 1988, es de crítica importancia comprender su dinámica global, nacional y regional. Lo anterior, particularmente con el objeto de conocer sus efectos de difusión territorial y su potencial de endogeneidad territorial y de eficiencia colectiva.

En este contexto, el artículo se divide en tres partes. En la primera, y en forma de antecedentes, se harán algunos breves señalamientos conceptuales con respecto al proceso de globalización y la competitividad. En el segundo apartado se profundizará sobre las principales tendencias de la industria electrónica a nivel global y en México, y, en menor medida, en Jalisco, durante los noventa. Se analizan tanto variables comerciales como el PIB, empleo y productividad, entre otras, y se hace particular énfasis en las estrategias sectoriales y empresa-

riales. El tercer apartado resume las secciones anteriores y hace una serie de propuestas de política para la industria electrónica.

1. Globalización, competitividad sistémica y endogeneidad territorial

En la actualidad los conceptos de globalización y competitividad sistémica viven un verdadero auge, aunque las perspectivas y el grado de profundización varían enormemente. Particularmente el trabajo de Porter en torno a las "ventajas competitivas de las naciones" (Porter 1990) fue significativo en América Latina en el contexto de políticas industriales y empresariales neutrales ante la hegemonía de la estabilidad macroeconómica y de programas de ajuste estructural.

El planteamiento del concepto de competitividad de Porter es relevante debido a que, partiendo de la dinámica microeconómica o de la empresa, destaca que no sólo los precios y la dotación de factores son importantes para su éxito.[1] Por el contrario, la interacción de los elementos del "diamante de la ventaja competitiva" (Porter 1990:71ss.) –condiciones de factores, demanda, industrias de apoyo y vinculadas, así como la estrategia de la empresa, su estructura y competencia con otras– es la que determina una competitividad favorable. Este sistema de condiciones, y a diferencia de enfoques que sólo buscan fomentar aspectos individuales de este sistema, aunado a las políticas de los gobiernos y a eventos fortuitos, genera (o no), condiciones de competitividad. Porter, desde entonces, ha concentrado su investigación sobre la competitividad en una serie de áreas, destacando la de agrupamientos o *clusters* regionales, así como de sectores y países (Porter 1998).[2]

1. *"Access to labor, capital, and natural resources does not determine prosperity, because these have become widely accessible. Rather, competitiveness arises from the productivity with which firms in a location can use inputs to produce valuable goods and services"* (Porter 1998:7).
2. Parte de estas iniciativas se han materializado en el Instituto para Estrategias y Competitividad, creado en 2001, y cuyo director es Michael Porter (véase: http://www.isc.hbs.edu).

Si bien los avances anteriores fueron relevantes en la discusión actual sobre la competitividad, y particularmente ante la hegemonía de políticas macroeconómicas y resultantes políticas empresariales neutrales u horizontales en América Latina durante los noventa (Stallings/Peres 2000), es importante señalar una serie de avances de otros autores y corrientes y limitaciones y críticas vertidas sobre la "ventaja competitiva" desarrollada por Porter y otros. En forma resumida cabe destacar:

1. La CEPAL, desde los ochenta, ha analizado el concepto de la competitividad para América Latina en múltiples ocasiones. Sin embargo, y a diferencia de la definición de la competitividad de Porter, Fajnzylber señaló que la misma debe entenderse tanto como la capacidad de los países para participar en el mercado mundial, así como para elevar paralelamente el nivel de vida de la población (Fajnzylber 1981, 1988). Particularmente este último aspecto ha sido dejado de lado en gran parte del debate sobre la competitividad. Durante los noventa la CEPAL ha desarrollado múltiples análisis y varios instrumentos de análisis, entendiendo a la competitividad como el proceso de integración dinámica de países y productos a mercados internacionales *ex post* (Dussel Peters 2001/a; Mortimore/Buitelaar/Bonifaz 2000).
2. El concepto de la competitividad, fundamentado a nivel de las empresas, conlleva múltiples dificultades y limitaciones. Ya durante los noventa varios autores, particularmente Paul Krugman (Krugman 1994; Meyer-Stamer 2001), señalan que no es válido tratar una empresa y una nación en forma indistinta, y en especial con respecto al tema de la competitividad. La "obsesión por la competitividad" lleva a posturas "equivocadas y peligrosas" (Krugman 1994:30) y a resultados simplistas. En muchos casos, esta limitación lleva a importantes dificultades en la propuesta e implementación de políticas de competitividad.
3. Durante los noventa, varios autores ha desarrollado el concepto de "encadenamientos mercantiles globales" (*global*

commodity chains). Desde esta perspectiva, y adicional a lo elaborado por Porter, la competitividad no sólo se da a nivel de empresas y sectores, sino que en redes intra e interempresariales. Dependiendo del encadenamiento mercantil global específico –ya sea lidereado por la oferta o por la demanda–, es el conjunto de las actividades de la red el que define su competitividad, de los insumos de ciertas mercancías hasta servicios de postventa, entre muchos otros, y dependiendo de la cadena de valor agregado específica (Gereffi 1994, 1996).

4. Un grupo de autores durante los noventa ha desarrollado el concepto de "competitividad sistémica" en directa contraposición al concepto de Porter y de la "competitividad estructural" de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), entre otros. Estos autores (Esser/Hillebrand/Messner/Meyer-Stamer 1999) señalan que la competitividad requiere incluir los aspectos analíticos meta, macro, meso y micro que afectan a las empresas y a los territorios a nivel local, regional, nacional y supranacional.[3] Desde esta perspectiva, y con Porter, el análisis microeconómico es insuficiente para comprender las condiciones y los retos de la competitividad, al igual que la estabilidad macroeconómica. Si bien los diversos niveles analíticos de la competitividad sistémica son abordados en su conjunto, destaca el nivel meso –aquella dimensión "donde se generan las ventajas competitivas institucionales y organizativas, los patrones específicos de organización y gestión y los perfiles nacionales que sustentan las ventajas competitivas y que son difícilmente imitables por los competidores" (Esser/Hillebrand/Messner/Meyer-Stamer

3. "El concepto de la "competitividad sistémica" se basa en el reciente debate de la OCDE. Las reflexiones al respecto partieron de un fenómeno observado en numerosos países en desarrollo: la inexistencia o insuficiencia del entorno empresarial eficaz en el que hace hincapié el concepto de "competitividad estructural" de la OCDE. Este fenómeno puede impedir que el reajuste estructural fomente el desarrollo industrial aun cuando la estabilización a nivel macro haya sido exitosa, como se ha venido comprobando tanto en los países miembros de la OCDE como en los países de desarrollo relativo mayor o menor (Esser/Hillebrand/Messner/Meyer-Stamer 1999:69).

1999:84). El nivel meso de la competitividad, así, conjuga aquellos mecanismos, políticas e instituciones que afectan la competitividad de sectores individuales y a su conjunto, tanto público como privado y de organizaciones no gubernamentales (ONG), así como las relaciones inter e intraempresa (Meyer-Stamer 2001).

5. En el proceso actual de globalización -entendido como resultado histórico de la producción flexible y los encadenamientos mercantiles globales (Dussel Peters/Piore/Ruiz Durán 1997)- la rapidez de los eventos, ya sea como resultado de la transferencia de mercancías, servicios, capital, conocimiento e ideas, entre muchos otros, es en la actualidad muy superior al de anteriores etapas históricas. Si hasta hace relativamente poco el "justo a tiempo" era el estándar de ciertos encadenamientos mercantiles globales y sectores, en la actualidad la relación entre clientes y proveedores en actividades como la electrónica y automotriz se realiza crecientemente en "tiempo real" a través de nuevas formas de telecomunicación (Best 2001; Ernst 2001). Como resultado, las empresas, hogares, territorios y respectivos agrupamientos requieren de condiciones socioeconómicas, mecanismos e instituciones que permitan responder rápidamente a los retos generados por las nuevas formas de integración al mercado mundial y de la competitividad, y particularmente considerando la apertura de la mayor parte de las economías latinoamericanas.

6. Uno de los principales efectos del proceso de globalización y de los encadenamientos mercantiles globales anteriormente tratados, es que sus respectivas empresas líderes son capaces de coordinar, controlar e imponer estándares intra e interfirma en sus respectivas cadenas de valor global. Estos estándares –conceptualizados como "*Wintelism*" por algunos autores (Borrus/Zysman 1998)– apuntan a que si bien las economías nacionales se han liberalizado crecientemente, el comercio y las relaciones interfirma siguen siendo go-

bernadas por un conjunto de normas y estándares que en muchos casos significan enormes retos para las empresas y los territorios de la periferia y que en muchos casos pueden llevar a su marginalización: de estándares de calidad y manufactura hasta estándares fitosanitarios, sociales, laborales y ecológicos, entre muchos otros (Nadvi/Wältring 2002). Estos estándares, que en algunos casos pudieran comprenderse como las nuevas barreras no arancelarias del futuro, tienden a homogeneizarse y requieren de enormes capacidades financieras y tecnológicas para participar en cadenas de valor agregado globales.[4]

7. Durante la segunda mitad de los noventa, un grupo de autores del *Institute of Development Studies* (IDS) ha destacado –y en la tradición del pensamiento de Piore y Sabel (Piore/Sabel 1984)– que la "eficiencia colectiva" –comprendida como la ventaja competitiva resultante de externalidades de economías locales y acciones conjuntas– en los respectivos territorios juega un papel fundamental para comprender el desempeño positivo de los respectivos agrupamientos o *clusters*.[5] Schmitz (Schmitz 1997) argumenta que la eficiencia colectiva y la conformación de redes interempresa en territorios específicos es una de las características fundamentales para comprender la competitividad global de las mismas. Más allá, recientes análisis (Humphrey/Schmitz 2000) señalan que la integración al mercado mundial depende de diferentes gubernabilidades de las cadenas (*chain governance*) de valor global: mientras mayor la verticalidad y el control de un reducido grupo de clientes y/o compradores, menor el potencial de escalamiento (*upgrading*) local y de difusión y aprendizaje. Por el contrario, y vinculado al punto analizado anteriormente sobre los estándares, mientras mayor el número de clientes y menor la dependencia de estándares impuestos por parte de las empresas líderes, mayores las opciones de coordinación, cooperación, difusión, aprendizaje y escalamiento local e interempresarial.

4. En casos como la electrónica, estándares globales intraempresa pueden incluso resultar más estrictos que estándares internacionales como el ISO 9000, entre otros (Dussel Peters 2000/a).

5. Al respecto ha surgido un importante e interesante debate. En el caso de Porter, por ejemplo, empresas japonesas en pocas ocasiones son capaces de desarrollar estrategias distintivas, dada su organización industrial basada en la imitación y emulación entre sí (Porter 1998:43-44). Por el contrario, para otros autores (Aoki/Dore 1994), ha sido justamente el alto grado de cooperación y colaboración colectiva la que ha permitido un alto grado de competitividad e innovación territorial en Japón y varios otros países asiáticos.

Desde esta perspectiva, el análisis de la competitividad se ha complejizado significativamente desde los planteamientos de Porter a inicios de los noventa. Crecientemente en una serie de sectores la competitividad no implica la competencia entre empresas y a nivel microeconómico, sino que la competencia entre redes y cadenas de valor globales, en muchos casos lidereados por empresas de marca que controlan la cadena y sus diferentes segmentos e imponen estándares que repercuten en la posibilidad de potenciales empresas a integrarse. El reto de lo "glocal" (Altvater/Mahnkopf 1996), desde esta perspectiva, es fundamental. El anterior tópico –¿cómo se integran a segmentos específicos de cadenas de valor global y qué potencial tienen los respectivos territorios?– ha sido tratado, por el momento, en forma limitada, ya que en muchas ocasiones los diferentes autores y teorías tratan a la competitividad de las empresas y los respectivos territorios como sinónimos.

Lo anterior, sin embargo, es cuestionable, ya que las condiciones de endogeneidad y desarrollo territorial –refiriéndose al grado específico de integración de los territorios en la cadena de valor global (Dussel Peters 2000/a; Vázquez Barquero 1999)– y la competitividad de las empresas no sólo no pueden converger, sino que en muchos casos pueden ser abiertamente contradictorias: mientras que a nivel territorial aspectos como el empleo, su calidad (salarios reales) y el grado de aprendizaje en general (incluyendo aspectos de integración de segmentos de la cadena de valor, tecnológicos, de capacitación, infraestructura, etc.) son cruciales, la competitividad para las empresas y/o sus agrupamientos reflejan el interés de aumentar la tasa de ganancia, pro-

ductividad –que en muchos casos puede implicar una reducción del empleo y/o un aumento de la producción–, así como una mayor eficiencia de ese segmento territorial específico de la cadena de valor agregado global. Así, la racionalidad de la endogeneidad territorial y su desarrollo y de la competitividad de empresas y/o sus agrupamientos de ninguna forma tienen que coincidir, tema que en varias de las posturas sobre la competitividad –tanto de Porter como de algunos de sus críticos– es asumida y/o no abordada explícitamente. El tema es de crítica importancia para el planteamiento y la ejecución de políticas territoriales y locales en el contexto de la globalización anteriormente analizado.

El aspecto anterior está vinculado a una de las principales limitaciones del debate conceptual sobre la competitividad: su falta de concreción en propuestas de política. Si bien existen una serie de propuestas e implementaciones con respecto a la competitividad en la actualidad[6], en general esta discusión ha adolecido de propuestas, instrumentos e implementaciones para el fomento y apoyo a la competitividad en sus diversas corrientes. Lo anterior implica, entre otras cosas, que el debate sobre la competitividad, por el momento en América Latina, ha tenido reducidas implicaciones en la política industrial y empresarial, independientemente del consenso generalizado sobre su importancia (Peres/Stumpo 2001).[7]

2. La cadena de valor de la industria electrónica a nivel global y en México

2.1. La cadena de valor global de la industria electrónica

Desde mediados de los ochenta, la industria de la electrónica computación se ha convertido en una parte íntegra de la revolu-

6. Para el caso de América Latina, véase entre otros: http:/www.incae.ac.cr; Meyer-Stamer (2000, 2001).
7. Peres/Stumpo (2002) señalan al respecto que se ha pasado de un período de "no política industrial/empresarial" a uno de instrumentos eficientes pero de poco alcance.

ción en la producción, administración, comunicación y distribución. Múltiples accesorios (del fax al "*websurf*", *scanners*, accesorios portátiles y productos de telecomunicaciones, entre muchos otros) son parte de un sistema integral de multimedia que facilitan los flujos de información y la vinculación a nivel global entre individuos, instituciones, proveedores y clientes. El propio correo electrónico y el correo de voz, según algunas estimaciones, permitirán ahorros de miles de millones de dólares para clientes y proveedores. La transición de la economía industrial a la digital, desde esta perspectiva, genera múltiples opciones y retos para empresas y territorios (Hilbert 2001).

La industria de la electrónica, y particularmente de la computación, es un buen ejemplo de la creciente importancia de los encadenamientos mercantiles globales y la creciente diferenciación de los productos finales y su demanda. Este proceso permite una importante transferencia de segmentos de la cadena de valor a otros territorios, proceso que se ha acelerado rápidamente durante los noventa (Dedrick y Kraemer 1998). Adicionalmente, la industria de la computación es un buen ejemplo de la importancia de las empresas líderes y/o de marca que controlan la cadena de valor. Así, en la actualidad no son empresas únicas las que compiten entre sí en el mercado mundial y en mercados específicos, sino que enormes redes de empresas –organizadas en diferentes círculos de proveedores–, tales como IBM, HP, Apple, Toshiba, Acer, Siemens, etc. Desde esta perspectiva, y en forma resumida, algunas de las características de la industria de la computación en la actualidad, son[8]:

1. A diferencia de otras actividades económicas, la industria de la computación se caracteriza por una alta intensidad de capital en general –aunque con importantes diferencias según sus segmentos–, lo cual implica, adicionalmente, altas barreras de entrada y salida para las respectivas empresas.

8. Para un análisis detallado de estos temas, véase: Best (1999); Dedrick y Kraemer (1998); Dussel Peters (2000/a); Ernst (2000) y Kenney/Curry (2002).

Estas barreras, particularmente altas en la producción de partes y componentes como DRAMs, monitores, chips y otros, también son resultado de complejos procesos de negociación con gobiernos e incluso con sectores militares.

2. Si bien las economías de escala y procesos y productos crecientemente estandarizados juegan un papel crucial en la cadena de valor, como contraparte, también se aprecia un muy alto grado de diversificación de los productos finales (y por ende de los procesos requeridos). Estas divergentes dinámicas requieren de diversas estrategias por parte de las empresas líderes de las respectivas cadenas de valor, y, en muchos casos, permiten la creación de nichos de mercado importantes.
3. La cadena de valor en la computación pudiera desagregarse en los siguientes segmentos, y de menor a mayor valor agregado: a) procesos de ensamble y subensamble de partes y componentes, b) Obtención de partes, componentes, productos y procesos con empresas OEM (original equipment manufacturing) o ODM (original design manufacturing), c) Manufactura de partes y componentes, d) Ingeniería y diseño de productos y procesos, e) Investigación y desarrollo de productos y componentes. Adicionalmente existen una serie de segmentos de servicios de venta, distribución y servicios de soporte que generan un alto valor agregado.
4. En la industria de la computación la transferencia de segmentos de su cadena de valor se ha generalizado masivamente, primero en Estados Unidos desde los ochenta, y masivamente en Japón y Europa posteriormente. Para los tres productores Asia se ha convertido en la principal fuente de partes y componentes, y crecientemente de I & D. No obstante este proceso de transferencia, las empresas líderes siguen controlando y realizando los segmentos de mayor valor agregado, particularmente las tareas vinculadas a ingeniería, diseño e I & D.
5. La reorganización industrial lidereada por las empresas de marca ha sido significativa desde los ochenta. En general, estas empresas controlan los estándares de partes, componentes, productos y procesos, así como a las empresas proveedoras en diferentes círculos. Paralelamente, han relegado, en algunos casos por completo, los segmentos vinculados a la manufactura de los productos a proveedores nacionales y globales. Empresas como IBM y HP, entre muchas otras, en la actualidad prácticamente no realizan estos procesos, y son realizados por una multiplicidad de proveedores, incluyendo SCI Systems, Solectron, Natsteel, entre muchos otros.[9] Estas redes compiten entre sí mediante partes, componentes y productos finales.
6. La cadena de valor lidereada por estas grandes ETNs funcionan en la actualidad en "tiempo real", la organización industrial basada en el "justo a tiempo" ya no es suficiente ni funcional. Esto es también resultado de que empresas como Dell, entre muchas otras, ofrecen enviar sus productos finales en 48 o 72 horas. Como resultado, los segmentos de la cadena de valor se comunican mediante sistemas electrónicos en tiempo real, así como con sus proveedores. La rapidez de respuesta por parte de los segmentos, así como costos y la cercanía a los mercados son aspectos importantes para el establecimiento de los respectivos segmentos, y particularmente de la manufactura y la configuración final de los productos.
7. La competencia entre países por integrarse a diversos segmentos de la cadena de valor de la computación es muy intensa. Particularmente Asia ha sabido aumentar su participación en la manufactura de partes y componentes, así como en el ensamble de éstos. China se ha convertido en uno de los principales competidores a nivel global, aumentando su producción de menos de 1,000 millones de dólares

9. A inicios de 2002 IBM dio a conocer que subcontratará todos los procesos de manufactura de PCs, particularmente del modelo Netvista, aunque no las de *laptop*, con Sanmina-SCI –antes de 2001 SCI–, por 5,000 millones de dólares durante tres años. No obstante lo anterior, IBM continuará realizando (y controlando) explícitamente los procesos de diseño.

a inicios de los noventa a más de 23,000 millones de dólares en 2000 (Dedrick/Kraemer 2001; Kraemer/Dedrick 2002).

8. Desde finales de 2000 la industria de la computación se encuentra en una severa crisis. Destaca, por un lado, una generalizada sobreoferta de partes y componentes, así como de productos finales, lo cual ha llevado a importantes caídas en sus respectivos precios. La integración de varios países, particularmente asiáticos, a diversos segmentos de la cadena de valor, ha profundizado esta sobreoferta. Por otro lado, e independientemente de las causas estructurales, la recesión en Japón y Estados Unidos desde 2001 también ha profundizado este desempeño.

2.2. La cadena de valor de la industria electrónica en México: producción y comercio internacional

La industria de la computación a nivel internacional ha sido una de las de mayor dinámica de los ochenta en términos de comercio internacional. Las actividades exportadoras de México al mundo vinculadas a la computación durante 1990-2000 –y usando la metodología del programa Competitive Advantage of Nations (CAN) de CEPAL[10]– en todos los casos puede considerarse como una "estrella ascendente" o de "oportunidades perdidas", ya que la participación de la computación[11] sobre las exportaciones del mundo aumenta durante el período de 4.16% a 6.28% (véase el Cuadro 1). Para el caso de México, en donde la cuota de mercado en el mundo aumenta sustancialmente, de 0.80% en 1985 a 2.99% en 2000, la computación es una "estrella ascendente". Es decir, la dinámica de las exportaciones de computación en México, considerando el importante aumento de las exportaciones en su conjunto para el período, fue incluso mayor.

10. Para una presentación del programa y sus implicaciones, véase: Dussel Peters (2001/b).
11. Se refiere a la fracción 75 (máquinas de oficina y para la elaboración automática de datos) de la CUCI Rev. 2.

El Cuadro 1 refleja algunos de los cambios con respecto al comercio internacional en la computación, y estrechamente vinculados a los temas señalados en el apartado anterior. Destaca, por un lado, que la participación de las exportaciones al mundo de los países industrializados durante 1985-2000 ha disminuido significativamente, de 88.65% al 51.21%, proceso que se da en forma pronunciada tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos y Japón. Por otro lado, ha sido particularmente Asia –y en especial Singapur, Taiwán y China, entre otros– aumentó significativamente su participación durante el período. Tercero, la participación de América Latina en estos productos es pequeña, aunque ha aumentado de 1.62% en 1985 a 3.67% en 2000. El aumento anterior se debe casi exclusivamente a México, cuya cuota de mercado en las exportaciones de electrónica al mundo aumenta de 0.80% en 1985 a 2.99%; es decir, en 2000 el 81.47% de las exportaciones de computación de América Latina al mundo fueron realizadas por México.

En el caso de la industria de la computación no existe un apartado específico en el TLCAN, a diferencia de otros sectores como el automotriz o la confección. Como resultado, cada país miembro debe considerar a los productos de este sector como regionales desde el momento en que se encuentran en territorio TLCAN. Desde esta perspectiva, los aranceles son de crítica importancia para los miembros del TLCAN bajo este rubro.

La industria de la computación en México, al igual que la electrónica en general, transitó por un profundo proceso de liberalización arancelaria desde 1985-1987 y con el TLCAN. Si hasta la implementación del TLCAN la computación contó con el nivel arancelario más altos de la economía mexicana, de 20%, desde 1994 México liberalizó por completo al sector de la computación con tasa 0, ya sea inmediatamente o hasta el primero de enero de 2004.[12] El TLCAN también requirió de cambios en las normas de

12. Estimaciones propias a 6 y 8 dígitos del Sistema Armonizado reflejan que en el 66% de las fracciones del sector los aranceles fueron eliminados inmediatamente, otro 18% en enero de 1999 y el restante 16% el primero de enero de 2004.

CUADRO 1

Industria electrónica/computación: participación de las exportaciones al mundo de los principales países (1985-2001) \a (según su cuota de mercado en 1998)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Países industrializados	88.55	87.48	85.22	82.00	80.58	78.54	76.37	73.24	69.79	66.02	62.44	59.22	56.87	54.90	52.55	51.21
Unión Europea	34.62	35.59	34.31	32.38	32.19	31.48	30.74	28.26	25.92	24.67	24.28	23.95	24.30	24.71	24.54	24.06
América Latina y Carib	1.62	1.39	1.28	1.29	1.17	1.17	1.13	1.17	1.25	1.32	1.52	1.81	2.27	2.89	3.39	3.67
1 Estados Unidos	31.59	29.11	28.06	26.01	24.86	23.49	22.35	21.49	20.76	19.67	18.61	17.48	16.29	15.09	14.08	13.73
2 Japón	19.50	20.04	20.20	20.61	20.47	20.44	20.16	20.40	20.04	18.55	16.50	14.96	13.73	12.77	11.66	11.21
3 Singapur	3.03	3.43	4.27	5.37	5.73	6.27	6.74	7.60	8.69	9.72	10.35	10.49	10.08	9.16	8.03	7.57
4 Taiwán	2.21	2.96	3.77	4.78	5.42	6.20	6.82	7.41	7.65	7.80	8.09	8.31	8.42	8.44	8.74	8.95
5 Reino Unido	7.03	7.17	7.30	7.43	7.73	7.63	7.42	6.91	6.46	6.32	6.30	6.39	6.53	6.71	6.57	6.47
6 China	0.12	0.18	0.27	0.39	0.52	0.67	0.98	1.46	2.07	2.96	3.89	4.91	5.90	6.78	7.85	8.29
7 Malasia	0.15	0.09	0.10	0.23	0.41	0.69	1.13	1.75	2.48	3.24	3.91	4.58	5.08	5.50	5.95	6.19
8 Alemania	8.45	8.57	7.95	7.06	6.70	6.27	5.93	5.29	4.80	4.56	4.41	4.19	4.01	3.93	3.97	3.95
9 Tailandia	0.19	0.30	0.56	0.87	1.01	1.21	1.50	1.88	2.38	2.86	3.27	3.42	3.37	3.13	2.89	2.81
10 Irlanda	2.79	3.05	2.95	2.83	2.75	2.63	2.52	2.43	2.42	2.49	2.46	2.56	2.88	3.43	3.79	3.93
11 Corea (República de)	0.88	1.24	1.63	2.13	2.19	2.17	2.00	2.16	2.35	2.75	2.95	3.11	3.01	3.28	3.87	4.33
12 Francia	4.68	4.94	4.65	4.20	4.03	4.00	4.01	3.62	3.19	2.85	2.79	2.71	2.66	2.52	2.32	2.17
13 México	**0.80**	**0.72**	**0.72**	**0.87**	**0.83**	**0.85**	**0.81**	**0.84**	**0.98**	**1.12**	**1.35**	**1.65**	**2.04**	**2.44**	**2.81**	**2.99**
14 Hong-Kong	2.06	1.80	1.89	2.04	2.15	2.22	2.25	2.16	2.01	1.85	1.70	1.52	1.41	1.37	1.34	1.31
15 Brasil	0.53	0.43	0.37	0.27	0.20	0.18	0.19	0.18	0.14	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13

\a Se refiere a la fracción 75 (Máquinas de oficina y para la elaboración automática de datos) de la CUCI Rev.2.

Fuente: elaboración propia en base a CAN2000 (CEPAL).

propiedad intelectual, respondiendo a los intereses de las empresas estadounidenses. Además, en la actualidad no existen limitaciones a la inversión extranjera para el sector (CEPAL 2000). Para el resto de las naciones –y con la excepción de aquellas con las que México ha suscrito tratados de libre comercio– el arancel de importación es de 20%. Incluso en el caso de las naciones con las que se han suscrito tratados comerciales los aranceles en prácticamente todos los casos son superiores al 0% e inferiores al 10%. En el caso de Estados Unidos, los aranceles para sus importaciones fueron de 3.9% antes del TLCAN y se eliminaron desde el 1 de enero de 1994 en forma inmediata.

La Provisión de Producción Compartida (*Production-Sharing Provision*, PPC) en Estados Unidos es al menos igual de importante que los aspectos anteriores, particularmente ante el crecimiento de la industria maquiladora de exportación en México. La PPC permite la continuación de actividades similares a la maquila, tanto en México como en otros países. La PPC bajo el subcapítulo 9802 del Sistema Armonizado de Estados Unidos permite "una exención arancelaria para el valor de componentes estadounidenses que se incorporan en productos importados que han sido ensamblados en el extranjero" (USICT 1997:i; USITC 1998). Aunque la PPC ha perdido importancia en algunos países –tales como México y Canadá ante la implementación del TLCAN, y en otros casos por el tratamiento MFN– todavía es relevante para algunos exportadores a Estados Unidos debido a que los exime del pago de entrada o cuota (*user fee*) (véase Dussel Peters/Galindo/Loría 2003).

Por último bajo este rubro, los Programas de Promoción Sectorial (PROSEC), implementados desde 2001 y como consecuencia del Artículo 303 del TLCAN, han reducido significativamente la tasa general de importación unilateralmente, y en varios casos incluso por debajo de lo negociado en el TLCAN. En el caso del sector electrónico, por ejemplo, el arancel promedio ponderado de las importaciones provenientes del TLCAN se redujo de 0.57% a 0.01%, mientras que para los productos electró-

nicos provenientes de países no-TLCAN lo hizo de 5.09% a 0.08% (Alvarez Galván/Dussel Peters 2001). Con pocas excepciones, desde 2001 los productos electrónicos se encuentran exentos de arancel.

La industria electrónica ha sido una de las actividades de mayor dinamismo en la economía mexicana desde los ochenta.[13] Equipos y aparatos electrónicos no sólo ha duplicado su participación en el PIB durante 1988-1999, sino que su participación en el empleo total también ha aumentado de 0.66% en 1988 a 1.06% en 1998, generando más de 160,000 nuevos empleos durante el período (véase el Cuadro 2). La productividad laboral aumentó en 72 puntos porcentuales durante 1988-1999 y se encuentra en niveles absolutos muy por encima de la productividad de la economía en su conjunto. Sorprendentemente, las remuneraciones reales por trabajador para la electrónica sólo han aumentado en un 7.11% durante 1988-1999 y su dinámica ha sido significativamente inferior a la de la economía total, aunque en términos absolutos, en 1999, las remuneraciones reales por trabajador de la electrónica se encuentran en un 42% por encima del total de la economía. Si bien las exportaciones aumentaron significativamente –en 657.6% para 1988-1999– también lo hicieron las importaciones, en un 493%. Como resultado –y al igual que las actividades más dinámicas de la economía mexicana (Dussel Peters 2000/a)– la electrónica presenta un coeficiente de la balanza comercial / PIB altamente negativo y superior al valor agregado generado, representando en 1999 un –154.75% y muy por encima del total de la economía y el sector manufacturero.[14]

13. Los datos preliminares del último Censo Económico de 1998 revelan que la actividad Equipo Electrónico (clase 3832) aumentó en 28.3% las unidades económicas y en 76% su empleo durante 1993-1998.

14. En la industria maquiladora de exportación la industria eléctrica y electrónica sólo participa con el 4.39% de los establecimientos, pero con el 8.01% del empleo y el 9.28% del valor agregado del total de las IME en diciembre de 1999 (INEGI/BIE).

CUADRO 2

Variables seleccionadas de la industria electrónica en México (1988-1999) \a

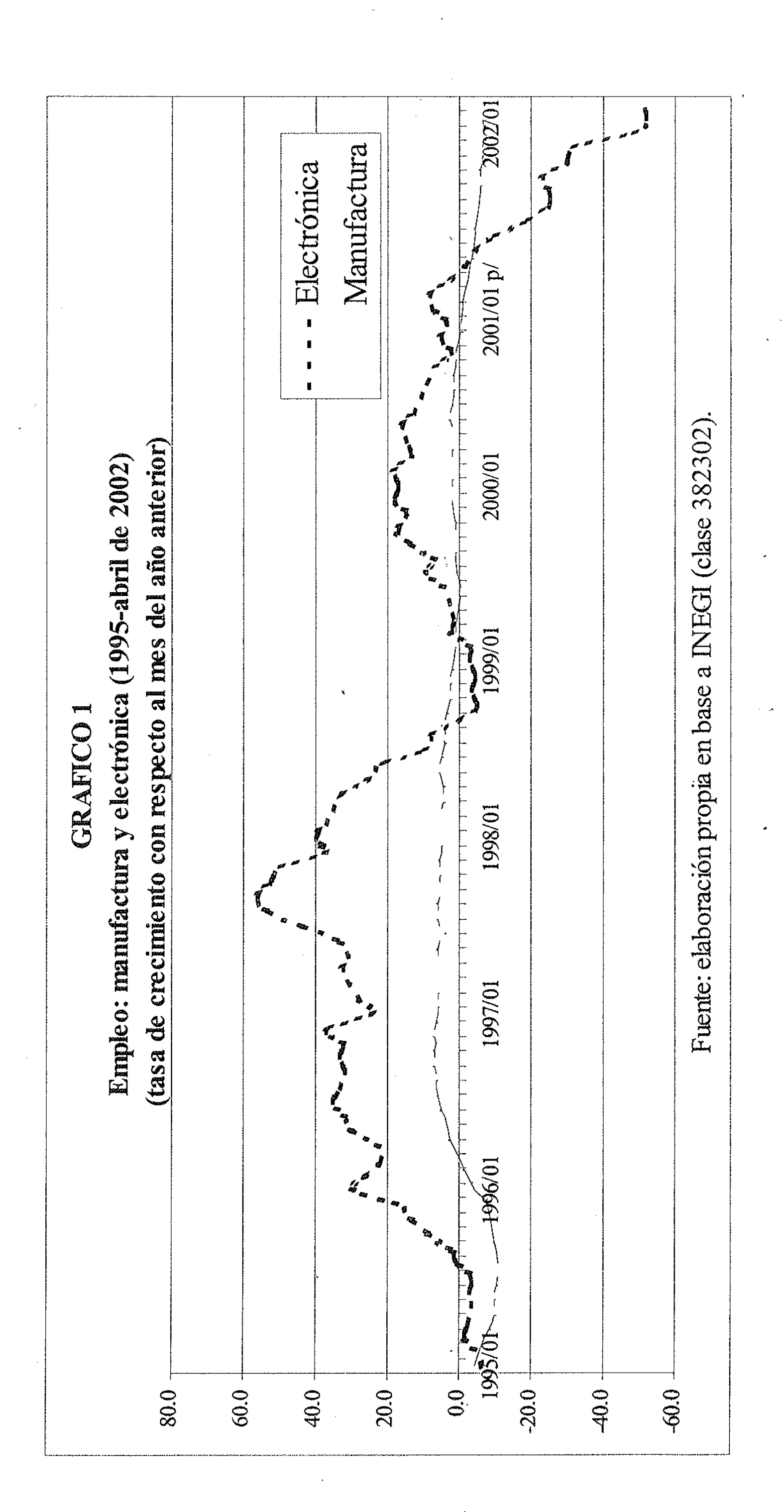
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PIB (1988=100)	100.00	109.01	138.02	133.45	133.03	149.43	174.03	170.98	210.13	276.96	329.72	361.14
PIB total (1988=100)	100.00	104.20	109.48	114.10	118.24	120.55	125.87	118.11	124.20	132.61	139.28	144.51
PIB (porcentaje sobre el total)	0.61	0.61	0.63	0.58	0.54	0.56	0.63	0.76	0.89	1.08	1.20	1.17
Personal ocupado	158,870	163,563	172,512	175,675	176,097	183,609	192,065	196,707	226,000	270,756	305,080	332,029
Personal ocupado (1988=100)	100.00	102.95	108.59	110.58	110.84	115.57	120.89	123.82	142.25	170.43	192.03	208.99
Personal ocupado total (1988=100)	100.00	102.88	107.84	111.03	112.84	114.11	117.02	113.62	117.45	121.92	127.28	130.48
Personal ocupado (porcentaje sobre el total)	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65	0.67	0.68	0.72	0.80	0.92	1.00	1.06
Remuneraciones reales por trabajador (1988=100)	100.00	109.17	107.39	105.61	106.37	104.31	108.49	98.83	94.88	99.19	102.51	107.11
Remuneraciones reales por trabajador, total (1988=100)	100.00	100.67	101.10	107.03	116.27	123.16	127.52	109.08	103.55	109.85	112.96	116.79
Remuneraciones reales por trabajador (porcentaje sobre el total, 1988=1)	1.55	1.68	1.65	1.53	1.42	1.31	1.32	1.40	1.42	1.40	1.41	1.42
Productividad (1988=100)	100.00	105.88	127.11	120.68	120.02	129.29	143.95	138.10	147.72	162.51	171.70	172.80
Productividad (porcentaje sobre el total, 1988=1)	1.00	1.02	1.19	1.10	1.08	1.14	1.20	1.14	1.18	1.29	1.34	1.34
Importaciones (1988=100)	100.00	107.33	147.06	187.16	222.76	232.52	271.20	184.96	310.99	453.04	509.04	593.02
Importaciones total (1988=100)	100.00	121.28	149.24	181.10	224.97	223.02	269.00	195.82	245.42	311.59	359.22	396.85
Importaciones (porcentaje sobre el total)	7.78	7.44	7.60	7.99	7.77	8.06	7.96	7.51	10.28	11.85	11.51	12.18
Importaciones / PIB (porcentaje)	157.49	157.38	164.64	192.15	216.25	197.36	198.54	175.80	234.46	233.07	216.12	226.77
Importaciones / PIB (porcentaje), total	12.42	13.00	13.69	13.89	15.12	13.82	15.78	17.80	20.32	21.17	22.48	21.78
Exportaciones (1988=100)	100.00	122.37	149.37	145.87	114.34	148.90	192.35	314.17	519.34	618.63	646.34	757.63
Exportaciones total (1988=100)	100.00	101.54	106.31	114.22	115.60	124.69	142.05	197.52	233.83	252.70	267.15	290.12
Exportaciones (porcentaje sobre el total)	3.39	3.50	3.46	3.49	3.04	3.84	4.10	3.73	5.06	5.85	5.68	5.84
Exportaciones / PIB (porcentaje)	46.59	42.23	40.20	40.63	33.44	42.91	46.31	74.01	90.31	81.92	71.03	72.03
Exportaciones / PIB (porcentaje), total	11.90	10.98	11.07	9.25	8.22	8.06	8.84	17.84	19.45	17.90	16.59	16.42
Balanza comercial / PIB (porcentaje)	-110.89	-115.15	-124.43	-151.52	-182.81	-154.44	-152.23	-101.79	-144.15	-151.15	-145.09	-154.75
Balanza comercial / PIB (porcentaje), total	-0.52	-2.02	-2.62	-4.64	-6.91	-5.76	-6.94	0.04	-0.87	-3.27	-5.88	-5.35

\a Se refiere a la rama 54 (Equipo electrónico).

Fuente: elaboración propia en base a INEGI (SCN); Dussel Peters/Galindo/Loría (20

No obstante el espectacular crecimiento de la industria electrónica hasta 1999 –y a nivel de ramas según el Sistema de Cuentas Nacionales de INEGI– información más actualizada y desagregada a nivel de clases[15] indica que, desde 1999-2000 el sector de la computación se encuentra en la peor crisis desde que existen datos para el sector, tanto por causas globales de la propia actividad desde 1999, como por causas específicas en México. A nivel internacional destaca una significativa sobreoferta de productos electrónicos y de computación, así como una dramática caída en sus precios en todos sus segmentos. En México, por otro lado, la desaceleración de la economía estadounidense desde 2001 y los eventos de septiembre del mismo año no sólo han generado un generalizado efecto negativo en la economía total, sino que particularmente en sus exportaciones. Como resultado, ambas variables han presentado un desempeño negativo durante 2001. El caso de la electrónica, y debido a su alto grado de orientación hacia las exportaciones, ha sido mucho más dramático: desde abril de 2001 en términos del empleo generado, la electrónica a nivel nacional ha tenido su peor comportamiento desde 1980, incluso con tasas de crecimiento negativas superiores al 25% en varios meses. A abril de 2002 la electrónica había expulsado el 50.7% del empleo de la clase económica, y muy por encima del –5.5% del sector manufacturero en su conjunto. Desde esta perspectiva, los efectos negativos en la electrónica han sido muy superiores al del sector manufacturero, particularmente debido a su alto vínculo con las exportaciones a Estados Unidos (véase el Gráfico 1).

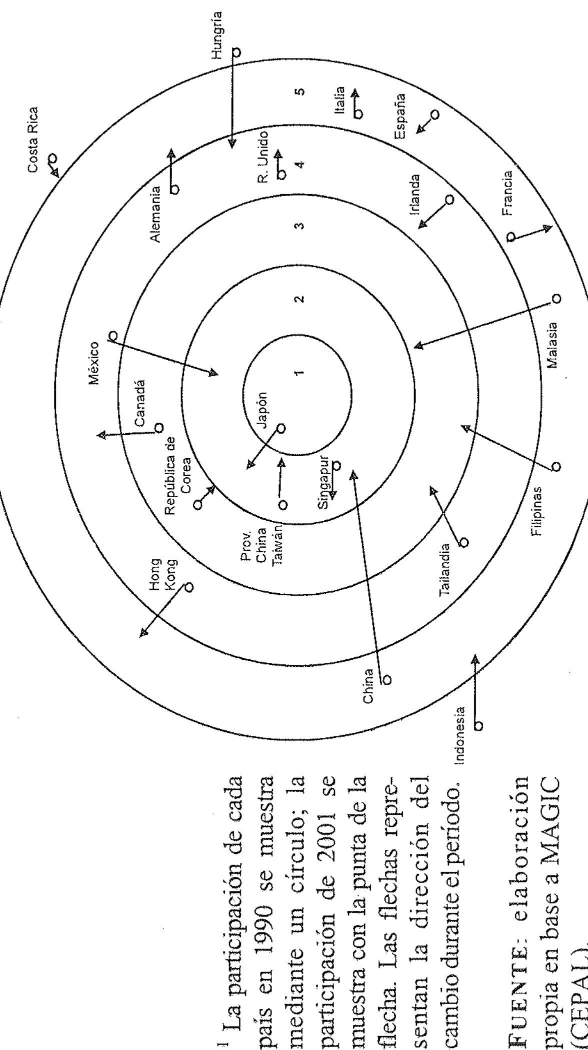
15. Información a nivel de clases de la Encuesta Industrial Mensual de INEGI. Esta información sólo existe desde enero de 1994 y no incluye variables como exportaciones e importaciones, entre otras, por lo cual no se hace extensivo uso de las mismas. La clase 382302 (fabricación, ensamble y reparación de máquinas de procesamiento automático) es la que se refiere a la industria de la computación.



Fuente: elaboración propia en base a INEGI (clase 382302).

GRÁFICA 2

Cambios en la estructura regional de las importaciones del sector de la computación de los Estados Unidos, de 1990 a 2001 (países seleccionados) [1]



Los anillos indican la participación en el total de las importaciones de los tados Unidos, según el país de procedencia:

1. 30% +
2. 29%-10% 3. 9.9% - 3%
4. 2.9%-1% 5. 0.9%-0.1%

El valor total de las importaciones del sector de la computación fue de 22,226 y 60,153 millones de dólares en 1990 y 2001, respectivamente.

[1] La participación de cada país en 1990 se muestra mediante un círculo; la participación de 2001 se muestra con la punta de la flecha. Las flechas representan la dirección del cambio durante el período.

FUENTE: elaboración propia en base a MAGIC (CEPAL).

Las exportaciones en la electrónica se han convertido, sin lugar a dudas, el motor de crecimiento de la industria electrónica desde finales de los ochenta, aumentando su participación con respecto al PIB del 46.59% en 1988 al 72.04% en 1999, ¿cuáles son las principales características?[16]

En 2001 el 96.57% de las exportaciones de la industria de la computación tuvieron como su mercado final a Estados Unidos. El desempeño exportador de México a Estados Unidos es relevante desde varias perspectiva:[17] a) Los países asiáticos –particularmente China, Malasia, Corea del Sur y Filipinas–, han incrementado sustancialmente su participación en el mercado estadounidense durante 1990-2001. Incluyendo a Singapur, Japón y Taiwán, los países asiáticos participaron con el 76.27% de las importaciones estadounidenses en la industria de la computación en 2001, y con una tendencia a la alza desde 1990 (véase el Cuadro 3 y el Gráfico 2), b) Los datos de importaciones de Estados Unidos en 2001 revelan la significativa caída de la industria de la computación, con una tasa de crecimiento de –10.1% para México. En forma interesante, la caída para México ha sido la menor de todos los principales exportadores a Estados Unidos, c) la competencia entre Malasia, China y México es de particular relevancia, ya que se han convertido en 2001 en los principales exportadores, con Japón. Otros países como Costa Rica se han beneficiado de la reciente instalación de plantas específicas de computación, en éste caso de Intel en 1998, d) la participación de México en las importaciones estadounidenses se ha triplicado, del 2.60% en 1990 al 13.11% en 2001 y representó un estimado de 7,888 millones de dólares en 2001. México compite actualmente en la industria de la computación en los segmentos intensivos en fuerza de trabajo de la industria, particularmente con China, Malasia, Tailandia, Indonesia y Filipinas. Después de China, México ha sido uno de los países

16. Para un estudio detallado sobre el tema, véase: Dussel Peters/Galindo/Loría (2003).
17. El sector de la computación es un agregado de 206 fracciones a 10 dígitos del Sistema Armonizado.

exportadores más dinámicos, con una tcpa de 74.6% y 53.6% para 1990-2000, respectivamente.

Por otro lado, México también se ha convertido en uno de los principales importadores de éstos productos durante 1990-2001. En 2001 México es el quinto importador de la electrónica de Estados Unidos, con la tcpa más alta de los principales importadores durante 1990-2001. Como resultado, la balanza comercial de México con Estados Unidos durante 1991-2001 es superavitaria en 15,727 millones de dólares para el período y a diferencia del caso de Canadá. Con excepción de la balanza comercial superavitaria de Estados Unidos con el área del TLCAN –y debido a Canadá-, Estados Unidos realiza un significativo déficit comercial durante el período 1990-2001.

Como se examinó para la electrónica en este mismo apartado, no sólo México, sino que también Estados Unidos disminuyó sustancialmente la tarifa arancelaria efectiva cobrada a sus importaciones en la computación durante 1990-2001, del 1.305% en 1990 a 0.000% en 2001. Estas tendencias son de enorme importancia, ya que desde una perspectiva arancelaria el TLCAN ya no es un incentivo importante para que empresas se establezcan en México, dado que los aranceles que Estados Unidos cobra desde finales de los noventa son ínfimos, independientemente si los respectivos países tienen o no un tratado de libre comercio con EU. Si bien los niveles absolutos son pequeños, existen todavía algunos países que pagan aranceles significativamente superiores a México. Tal es el caso de todos los principales competidores de México, con la excepción de Canadá. Países como China y Taiwán pagaron a finales de los noventa aranceles hasta 50 veces superiores a México.

Por último, aunque no en importancia, la estructura de las exportaciones mexicanas según su tratamiento normativo –como maquila, PITEX, ALTEX u otros programas de importación temporal para su reexportación–, es fundamental para comprender los procesos que realizan las respectivas actividades exportadoras. Las importaciones temporales para su reexportación, que participaron con más del 83% de las exportaciones totales durante 1990-2001 de México, son fundamentales para comprender su "racionalidad" y función en México, ya que, *por definición*, no pagan arancel, impuesto al valor agregado (IVA) ni impuesto sobre la renta (ISR) en términos reales, además de tener que permanecer temporalmente en el país, ya que de otra forma tendrían que gravar los pagos anteriores (Alvarez Galván/Dussel Peters 2001). En el caso de la electrónica –en este caso el Capítulo 85 del Sistema Armonizado– destaca que el 98.24% de las exportaciones de la electrónica durante 1993-2001 se concentran bajo el rubro de importaciones temporales para su reexportación, y con una tendencia creciente para el período.

Este último aspecto es importante para comprender las causas y el potencial de las exportaciones mexicanas de la electrónica: en el corto y mediano plazo muy difícilmente integrarán segmentos de mayor valor agregado en México, y las cuales ya realizan en otros territorios, también porque de otra forma debieran pagar los impuestos anteriormente mencionados.

2.3. La industria electrónica en Jalisco

En lo que sigue, brevemente, se abordarán temas puntuales de la industria electrónica en Jalisco, particularmente con el objeto de profundizar algunas de las estructuras y la organización industrial de la electrónica en Jalisco. Varios de los temas se analizan con detalle en los capítulos del libro.[18]

Jalisco sobresale con respecto a su orientación exportadora y en comparación con el resto de la economía mexicana durante los noventa. El caso de la industria electrónica es paradigmático para el resto de la economía mexicana, y particularmente para el sector exportador.

En esta dinámica de crecimiento en Jalisco destaca la industria de la electrónica, computación y telecomunicaciones du-

18. Para un análisis detallado, véase también: Dussel Peters/Galindo/Loría (2003).

CUADRO 3

Estados Unidos: importaciones de la industria de la computación

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1990-2001
							millones de dólares						
Japón	8,580	9,357	11,124	12,833	14,766	14,712	13,644	14,548	12,964	13,692	14,461	10,649	151,331
Singapur	4,104	4,382	5,393	6,777	8,416	11,207	12,928	12,914	11,940	11,271	10,021	7,514	106,867
Taiwán	2,691	3,353	4,105	4,824	5,573	6,881	7,936	9,603	9,360	9,423	10,406	7,112	81,265
Malasia	114	367	831	1,379	2,345	3,250	3,678	4,197	6,119	7,695	8,343	4,820	43,138
China	38	169	346	661	1,135	2,029	2,760	3,905	5,093	7,139	9,999	7,390	40,662
México	**578**	**605**	**784**	**873**	**1,411**	**1,842**	**2,898**	**4,406**	**5,248**	**6,995**	**8,778**	**7,888**	**42,306**
Corea del Sur	1,235	1,200	1,332	2,143	2,469	3,842	3,893	4,133	3,364	5,416	7,726	3,694	40,446
Canadá	1,625	2,099	2,200	2,281	3,139	4,046	3,383	3,433	3,478	3,114	3,597	1,252	33,647
Tailandia	488	532	832	1,134	1,561	1,757	1,961	2,333	2,692	2,733	2,691	2,065	20,781
Filipinas	64	63	136	140	145	307	890	1,671	2,384	2,513	2,663	1,961	12,937
Irlanda	240	399	445	581	338	494	666	1,128	1,955	1,908	1,432	1,305	10,892
Reino Unido	639	860	1,019	997	1,190	1,752	1,915	2,144	1,574	1,783	2,048	966	16,887
Costa Rica	0	0	1	4	6	2	0	0	350	1,476	835	6	2,680
Hungría	0	0	0	1	0	5	137	477	842	1,118	1,257	949	4,787
Alemania	363	514	509	528	632	754	603	605	627	781	682	472	7,070
Indonesia	0	2	41	30	54	138	129	234	379	576	696	494	2,774
Italia	180	101	134	238	366	540	354	311	300	389	341	153	3,407
Francia	197	234	290	270	314	455	479	416	348	337	491	209	4,039
Hong Kong	604	611	654	729	590	451	445	341	267	222	294	184	5,394
España	23	20	16	40	31	34	73	174	199	164	112	65	952
Resto del mundo	463	541	778	811	877	1,029	1,224	1,205	1,097	1,331	1,421	1,007	11,783
TOTAL	22,226	25,409	30,971	37,272	45,357	55,528	59,997	68,180	70,582	80,076	88,293	60,153	644,043
							participación sobre el total						
Japón	38.60	36.83	35.92	34.43	32.56	26.50	22.74	21.34	18.37	17.10	16.38	17.70	23.50
Singapur	18.46	17.25	17.41	18.18	18.55	20.18	21.55	18.94	16.92	14.08	11.35	12.49	16.59
Taiwán	12.11	13.19	13.25	12.94	12.29	12.39	13.23	14.08	13.26	11.77	11.79	11.82	12.62
Malasia	0.51	1.44	2.68	3.70	5.17	5.85	6.13	6.16	8.67	9.61	9.45	8.01	6.70
China	0.17	0.67	1.12	1.77	2.50	3.65	4.60	5.73	7.22	8.92	11.32	12.28	6.31
México	**2.60**	**2.38**	**2.53**	**2.34**	**3.11**	**3.32**	**4.83**	**6.46**	**7.44**	**8.74**	**9.94**	**13.11**	**6.57**
Corea del Sur	5.56	4.72	4.30	5.75	5.44	6.92	6.49	6.06	4.77	6.76	8.75	6.14	6.28
Canadá	7.31	8.26	7.10	6.12	6.92	7.29	5.64	5.03	4.93	3.89	4.07	2.08	5.22
Tailandia	2.20	2.09	2.69	3.04	3.44	3.16	3.27	3.42	3.81	3.41	3.05	3.43	3.23
Filipinas	0.29	0.25	0.44	0.38	0.32	0.55	1.48	2.45	3.38	3.14	3.02	3.26	2.01
Irlanda	1.08	1.57	1.44	1.56	0.75	0.89	1.11	1.65	2.77	2.38	1.62	2.17	1.69
Reino Unido	2.87	3.39	3.29	2.67	2.62	3.16	3.19	3.14	2.23	2.23	2.32	1.61	2.62
Costa Rica	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.50	1.84	0.95	0.01	0.42
Hungría	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.23	0.70	1.19	1.40	1.42	1.58	0.74
Alemania	1.63	2.02	1.64	1.42	1.39	1.36	1.01	0.89	0.89	0.98	0.77	0.78	1.10
Indonesia	0.00	0.01	0.13	0.08	0.12	0.25	0.22	0.34	0.54	0.72	0.79	0.82	0.43
Italia	0.81	0.40	0.43	0.64	0.81	0.97	0.59	0.46	0.43	0.49	0.39	0.25	0.53
Francia	0.89	0.92	0.94	0.73	0.69	0.82	0.80	0.61	0.49	0.42	0.56	0.35	0.63
Hong Kong	2.72	2.41	2.11	1.96	1.30	0.81	0.74	0.50	0.38	0.28	0.33	0.31	0.84
España	0.10	0.08	0.05	0.11	0.07	0.06	0.12	0.25	0.28	0.21	0.13	0.11	0.15
Resto del mundo	2.08	2.13	2.51	2.18	1.93	1.85	2.04	1.77	1.55	1.66	1.61	1.67	1.83
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

tasa de crecimiento

Japón	--	9.1	18.9	15.4	15.1	-0.4	-7.3	6.6	-10.9	5.6	5.6	-26.4	29.8
Singapur	--	6.8	23.1	25.7	24.2	33.2	15.4	-0.1	-7.5	-5.6	-11.1	-25.0	34.5
Taiwán	--	24.6	22.4	17.5	15.5	23.5	15.3	21.0	-2.5	0.7	10.4	-31.7	36.3
Malasia	--	221.1	126.7	65.8	70.1	38.6	13.2	14.1	45.8	25.8	8.4	-42.2	71.5
China	--	345.9	104.7	90.8	71.8	78.8	36.0	41.5	30.4	40.2	40.1	-26.1	88.6
México	**--**	**4.5**	**29.7**	**11.4**	**61.7**	**30.5**	**57.3**	**52.0**	**19.1**	**33.3**	**25.5**	**-10.1**	**47.7**
Corea del Sur	--	-2.8	11.0	60.8	15.2	55.6	1.3	6.2	-18.6	61.0	42.6	-52.2	37.3
Canadá	--	29.2	4.8	3.7	37.6	28.9	-16.4	1.5	1.3	-10.5	15.5	-65.2	31.7
Tailandia	--	9.0	56.3	36.3	37.7	12.6	11.6	19.0	15.4	1.5	-1.6	-23.2	40.6
Filipinas	--	-1.6	116.9	3.1	3.2	111.7	190.3	87.7	42.6	5.4	6.0	-26.4	62.1
Irlanda	--	66.0	11.6	30.6	-41.8	46.1	34.7	69.5	73.3	-2.4	-25.0	-8.9	41.4
Reino Unido	--	34.7	18.4	-2.2	19.4	47.2	9.3	12.0	-26.6	13.2	14.9	-52.8	34.7
Costa Rica	--	1,029.2	301.1	273.1	68.0	-70.2	-84.5	-38.4	207,901.4	321.2	-43.4	-99.3	191.4
Hungría	--	247.2	-46.6	353.2	-26.6	1,192.9	2,636.4	248.7	76.4	32.7	12.4	-24.5	177.9
Alemania	--	41.6	-0.9	3.7	19.7	19.3	-20.0	0.4	3.5	24.7	-12.8	-30.8	31.0
Indonesia	--	639.2	2,293.2	-27.1	82.7	154.7	-6.8	81.6	61.9	51.8	20.9	-29.1	134.9
Italia	--	-43.8	32.3	77.7	53.7	47.8	-34.5	-12.0	-3.5	29.6	-12.5	-55.1	30.6
Francia	--	18.8	23.9	-6.7	16.1	45.1	5.2	-13.0	-16.5	-3.1	45.6	-57.5	31.6
Hong Kong	--	1.2	7.1	11.4	-19.0	-23.6	-1.3	-23.3	-21.7	-16.9	32.3	-37.4	22.0
España	--	-15.1	-18.5	150.6	-23.5	12.4	113.1	136.5	14.7	-17.6	-32.0	-41.4	40.2
Resto del mundo	--	17.0	43.8	4.2	8.2	17.2	19.0	-1.6	-9.0	21.3	6.8	-29.1	34.2
TOTAL	--	14.3	21.9	20.3	21.7	22.4	8.0	13.6	3.5	13.4	10.3	-31.9	35.8

Fuente: cálculos propios en base a CEPAL (MAGIC).

Cuadro 4
Electrónica: exportaciones totales por tipo de programa (1993-2001) \a

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1993-2001
					millones de dólares					
Exportaciones totales	13,778	16,890	20,315	23,860	28,156	31,835	38,056	47,476	43,257	263,624
Temporales	13,502	16,590	19,851	23,286	27,645	31,237	37,529	46,901	42,442	258,981
Definitivas	276	301	464	575	511	599	527	575	815	4,644
					porcentaje sobre el total					
Exportaciones totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Temporales	97.99	98.22	97.72	97.59	98.18	98.12	98.61	98.79	98.12	98.24
Definitivas	2.01	1.78	2.28	2.41	1.82	1.88	1.39	1.21	1.88	1.76
					tasa de crecimiento					
Exportaciones totales	--	22.6	20.3	17.5	18.0	13.1	19.5	24.8	-8.9	15.4
Temporales	--	22.9	19.7	17.3	18.7	13.0	20.1	25.0	-9.5	15.4
Definitivas	--	8.7	54.4	23.9	-11.1	17.2	-12.0	9.1	41.8	14.5

\a Se refiere al Capítulo 85 del Sistema Armonizado.
Fuente: en base a Bancomext (SIC-M).

rante los noventa. Si bien su génesis se remonta a los sesenta y setenta, ha sido durante los noventa –en el contexto de apertura de las importaciones y el TLCAN– que el sector ha cobrado una impresionante dinámica (Palacios 2001). En el área metropolitana de Guadalajara, particularmente en el Municipio de El Salto, se concentra un número significativo de las principales empresas diseñadoras, productoras y distribuidoras de computadoras y partes electrónicas en el mundo: IBM, Kodak, NEC, Motorola –actualmente On Semiconductors–, Siemens, Philipps, Compac, Hewlett Packard, Intel, Siemens y Telmex, entre muchas otras. La gran mayoría de estas empresas realiza exportaciones en base a importaciones temporales para su reexportación. Por diversas causas, sin embargo, el régimen de la maquila no es el principal programa exportador para las empresas de la electrónica en Jalisco (GEJ/SEPROE 2001).[19] De igual forma, este *cluster* de empresas electrónicas de marca ha atraído una serie de empresas proveedoras (contract manufacturers (CM) y/o *Specialized Suppliers* (SS)) nacionales y extranjeras y/o de coinversión.[20]

El desempeño de este agrupamiento (*cluster*) de empresas ha sido espectacular hasta 2000: más de 350 empresas en la actualidad vinculadas a la industria electrónica y de telecomunicaciones, incluyendo a 8 de las principales 10 CM globales, realizaron exportaciones por 10,420 millones de dólares en 2000 –de las cuales el 84% tuvieron como destino a Estados Unidos– y una tasa de crecimiento promedio anual para 1994-2000 de 35.8%. La participación del estado de Jalisco en la electrónica nacional aumentó del 3.55% en 1996 al 7.89% en 1999; en 1999

19. Por cuestiones de espacio no se presentan aquí las diferencias específicas entre los regímenes de la maquila, PITEX y ALTEX. No obstante lo anterior, es importante señalar que empresas exportadoras pueden, incluso en la misma planta, trabajar bajo diferentes regímenes. Lo anterior se debe a que en algunos casos es más fácil obtener el permiso PITEX que el de la maquila, aunque los beneficios fiscales para importar temporalmente son los mismos. Las principales diferencias se encuentran en las obligaciones fiscales, dependiendo de las leyes de IED, aduanera, de comercio exterior y del Código Fiscal de la Federación. Para los detalles de cada régimen, véase: http://www.economia.gob.mx.

20. Para una presentación de las condiciones actuales del agrupamiento electrónico, véase: *http://www.cadelec.com.mx*.

CUADRO 5

Características generales del agrupamiento de la electrónica y telecomunicaciones en Jalisco (1994-2001)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Inversión extranjera directa (millones de dólares)	--	177	398	451	427	342	230	180
Empleo	12,360	17,250	29,000	50,000	60,000	80,000	70,000*	45,000*
Exportaciones (millones de dólares)	1,660	2,300	3,500	5,200	6,440	9,029	10,420	9,500**

* Estimaciones propias.
** En algunas estadísticas se incluyen 1,500 millones de dólares por parte de empresas que cerraron y que exportaron su equipo y maquinaria. Este monto no se contabilizó para 2001.
Fuente: estimaciones propias en base a CADELEC (http://www.cadelec.com.mx), consultado el 27 de abril de 2002.

alrededor de 80,000 empleos directos dependieron de la industria de la electrónica (con respecto a 12,360 en 1994), con una tasa de crecimiento promedio anual del empleo 1994-1999 de 45.3%; la inversión en el sector electrónico y de telecomunicaciones ha generado más de 2,500 millones de dólares o más del 50% de la inversión extranjera de Jalisco durante el período.

Desde 2000 y particularmente desde 2001, la electrónica en Jalisco ha revertido el proceso de crecimiento durante los noventa. Esto, como se analizó anteriormente, se debe tanto a causas estructurales de la electrónica como a causas coyunturales de la economía estadounidense. Los datos preliminares obtenidos por parte de CADELEC y durante las entrevistas entrevén una profunda caída en el empleo –de alrededor de 25,000 empleos durante 2001–, pero una disminución en el crecimiento de las exportaciones de –8.8%. Lo anterior también refleja un aumento importante en la productividad y eficiencia de las líneas de producción, además de la integración de nuevos productos y procesos de mayor valor, tema que será elaborado más abajo.

En la actualidad la producción de la industria de las telecomunicaciones y la electrónica se concentra en: computadoras de escritorio y portátiles, impresoras, teléfonos, contestadoras, radio localizadores, filmes fotográficos, fuentes de poder, cámaras fotográficas, tarjetas de circuitos impresos, cables y arneses, discos compactos y teclados. De igual forma, la industria electrónica en la región generó una demanda de más de 1,900 millones de dólares en 1999 en productos directos de la computación, particularmente como: Semiconductores, servicios (logística de materiales, transportación, etc.), componentes eléctricos, PCB's (Tarjetas de Circuito Impreso), PCBA's, conectores, adaptadores de poder, acústicos, inyección de plástico, partes metálicas y *software*. Con respecto a los procesos que se realizan en la industria de la electrónica y de telecomunicaciones, destacan: ensamble y subensamble, inyección por moldeo de alta precisión, *die casting* y estampados, inyección de plástico, desarrollo y fabricación de herramentales, laboratorios de calibración, certificación en ISO 9000, traducción y ediciones de manuales de propietario, bodegas, almacenes y recintos fiscales, así como la administración de cadenas de suministro.

Los procesos anteriormente mencionados reflejan que las actividades de la industria electrónica en Jalisco, por el momento, son primordialmente resultado de programas de importación temporal para su reexportación (altex, maquila y pitex, entre otros). Así, en 1999 estos programas generaron el 91% de las exportaciones de la industria electrónica y de telecomunicaciones de Jalisco. Por su propia naturaleza, estos programas dependen de un alto grado de insumos, partes y componentes importados y son, en general, parte de los segmentos de menor valor agregado de la industria electrónica y de telecomunicaciones a nivel global (véase el Gráfico 6). Así, e independientemente de los productos exportados, como se señaló anteriormente, los procesos se encuentran por definición limitados a profundizar los encadenamientos y el proceso de difusión territorial.

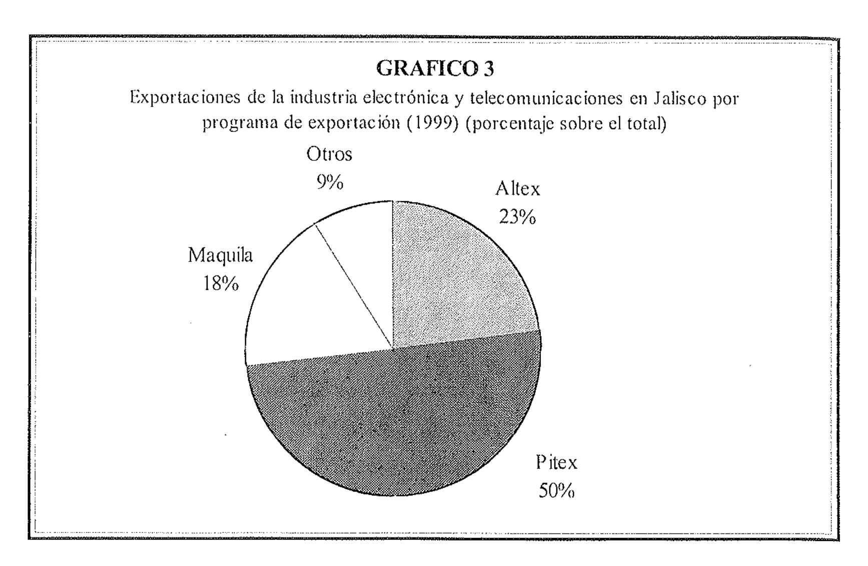
La más reciente matriz de insumo producto con datos de 1996 (CEED/UDG 2000) señala una serie de aspectos estructurales relevantes para Jalisco y la industria electrónica:

1. Jalisco continúa siendo –con respecto a la producción nacional– un productor especializado en productos como la ganadería, las industrias de alimentos y bebidas, calzados y muebles de madera. La industria de quipos y aparatos electrónicos refleja un alto grado de especialización en Jalisco, aunque sólo después de las actividades mencionadas.
2. La División VIII del sector manufacturero (Productos metálicos, maquinaria y equipo), que incluye a la industria de la electrónica y computación, continúa siendo la actividad que menores insumos jaliscienses y nacionales requiere. El consumo intermedio, las importaciones y el valor agregado de la División VIII fueron del 5.42%, 26.53% y 31.16%, mientras que las mismas variables para todos los sectores en Jalisco fueron de 12.00%, 9.38% y 56.46%. Así, y si bien estas actividades destacan por su alta orientación exportadora –la ma-

yor de todos los sectores analizados–, los insumos nacionales están muy por debajo de la media estatal.

GRAFICO 3

Exportaciones de la industria electrónica y telecomunicaciones en Jalisco por programa de exportación (1999) (porcentaje sobre el total)



FUENTE: *http://www.cadelec.com.mx.*

En el contexto anterior es importante examinar una serie de estructuras de organización industrial intra e interempresa nivel de empresas de la industria de la computación en Jalisco hasta mediados de 2001[21] y que permiten comprender el bajo nivel de valor agregado local y nacional de estas actividades[22]:

1. La industria electrónica en Jalisco ha llevado a cabo un impresionante aumento en el crecimiento de las empresas establecidas. De un grupo relativamente pequeño de grandes empresas orientadas al mercado doméstico, en la actualidad el agrupamiento cuenta con más de 120 OEM, CM y SS, además de otras 200 empresas de proveedores de bienes y servicios. Esta dinámica ha llevado a una importante demanda crecientemente diversificada y especializada de productos y servicios que resulta de un mercado con características de alto dinamismo y constante cambio en la tecnología, en las líneas de producción y un aumento en la intensidad de capital. Según varias de las empresas entrevistadas, Jalisco ha perdido al menos una generación de productos electrónicos, durante 2000-2001, lo cual ha afectado su empleo desde entonces.
2. La mayor parte de las empresas de PCs y *laptops*, desde la implementación del TLCAN, han transferido sus procesos de configuración y ensamble final al territorio TLCAN con el objeto de cumplir con los desafíos de la organización industrial "en tiempo real":[23] Laredo, Jalisco o Miami, entre otros, permiten un significativo ahorro de tiempo (medido en horas) con respecto a Taiwán, Singapur, China o Corea si el consumidor final se encuentra en Estados Unidos. Esta cercanía geográfica es una ventaja absoluta importante para Jalisco, pero no suficiente, y particularmente considerando que el peso y el volumen de las últimas generaciones de productos electrónicos ha disminuido sustancialmente.
3. Durante los noventa las empresas OEM, de primer nivel o "de marca" –tales como IBM, HP, On Semiconductors, entre otras– se han convertido en empresas manufactureras "virtuales" ("*fabless*"), en el sentido que han transferido a otras empresas subcontratistas prácticamente la totalidad de los procesos manufactureros, proceso que también ha ocurrido en Jalisco. Es importante considerar que estas empresas de primer nivel –en su totalidad empresas transnacionales y orientadas al mercado estadounidense– ya

21. Para estudios intra e interempresa del cluster de la electrónica en Jalisco, véase: *http://www.cadelec.com.org/;* Dussel Peters (1999); Dussel Peters/Ruiz Durán (2002); Palacios (2001); Woo (2001).
22. A menos que se indique de otra forma, este apartado es resultado de las entrevistas realizadas en Jalisco en marzo de 2002 con más de 15 funcionarios, empresas y expertos en Jalisco.

23. En la conformación y profundización de las redes globales en la industria de la computación es importante considerar que el peso, pero particularmente el volumen y considerando el empaque, son restricciones importantes. Así, la cercanía geográfica es importante para atender las demandas de configuración específicas y responder a la misma en "tiempo real".

han desarrollado subcontratistas globales que se establecen junto con la empresa de primer nivel. Romper esta estructura, o en otros términos, permitir el ingreso de nuevos subcontratistas locales, regionales y nacionales, es muy difícil ya que las nuevas empresas subcontratistas no sólo tienen que sobrellevar las altas exigencias de intensidad de capital, tecnología, capacitación, financiamiento, calidad y cantidad, sino que también integrarse a una red global ya constituida y con una importante experiencia histórica que funciona. De igual forma, nuevos contratistas, en muchos casos, sucumben ante las estrategias de las empresas transnacionales que toman sus decisiones de compra global en sus casas matrices, siendo que ninguna de éstas se encuentra en Jalisco y/o en México.[24]

4. Como resultado del proceso anterior, y con importantes excepciones, los insumos importados con respecto al total de la industria es muy alto y con un bajo grado de endogeneidad territorial en los términos planteados en la primera parte de este documento dada la racionalidad de la organización industrial de la industria electrónica y la estrategia de las empresas en específico. Esta estructura de proveedores –de partes y componentes, semiconductores, monitores, servicios especializados, de post-venta, ingeniería, diseño, I&D, etc.– limita la entrada de nuevos subcontratistas y reduce las posibilidades de generar procesos de aprendizaje y de difusión del uso de nuevas tecnologías, la integración a procesos de mayor valor agregado y sus efectos positivos en el empleo, salarios reales y una dinámica cualitativamente diferente en el crecimiento regional. Así, incluso el establecimiento en Jalisco de OEM, CM y SS, entre otros, ha respondido en la mayoría de los casos a la estrategia global de las empresas de primer nivel y a estructuras cliente-proveedor existentes en otros países. De igual forma, las empresas subcontratistas, aunque establecidas en la región, importan la mayor parte de su maquinaria, equipo, partes, componentes e incluso servicios. Como resultado, y al respecto no existen estimaciones definitivas, los insumos regionales y nacionales de la industria electrónica y de telecomunicaciones en Jalisco es de entre el 5% (Dussel Peters 1999) y el 20% según diversas publicaciones oficiales del Gobierno del Estado de Jalisco.

5. La experiencia de la industria electrónica en Jalisco, en su totalidad dependiente de IED y con orientación exportadora, refleja, de igual forma, que ante la falta de endogeneidad territorial los efectos de las generaciones de los productos y procesos y las estrategias de las empresas son agudos. Así, durante los noventa y hasta 1999, las actividades vinculadas a la electrónica y telecomunicaciones vivieron un espectacular crecimiento en términos de empleo y exportaciones. Con la crisis global de la electrónica y la recesión en Estados Unidos estas actividades se han "desplomado". Este proceso ha sido particularmente agudo debido a que pocas empresas establecidas en México –particularmente de menor tamaño– han sabido integrarse a estas cadenas globales. La falta de endogeneidad territorial, desde esta perspectiva, refleja un alto grado de vulnerabilidad y la falta de un mínimo de control territorial de las actividades realizadas.

6. Las actividades de la IED realizadas en la electrónica en Jalisco también indican que las estrategias de las empresas pueden, y de hecho lo hacen, cambiar rápidamente, ya sea por razones coyunturales y/o de aumento o caída en el consumo, pero también como resultado del proceso de competencia intra e interempresa. Lo anterior fue señalado en varias de las entrevistas, ya que durante 2001-2002 varias empresas han transferido líneas de producción completas a Asia, y particularmente a China, además de los efectos de la recesión del sector y en Estados

24. Múltiples entrevistas realizadas en la región presentan claramente esta dificultad de integración para nuevos proveedores: si bien la potencial empresa subcontratista produce en calidad, costos y cantidad requeridos, éstas no cuentan con las normas de estandarización internacionales y/o de la propia empresa, con lo cual no pueden convertirse en proveedores.

Unidos. Las decisiones de las empresas por transferir estas actividades en Asia tienen, como principal factor, la decreciente competitividad de la economía mexicana y el resultante aumento de los costos en Jalisco. En varios casos, estas tendencias han ocurrido paralelamente a un cambio de "generación" de productos y procesos.

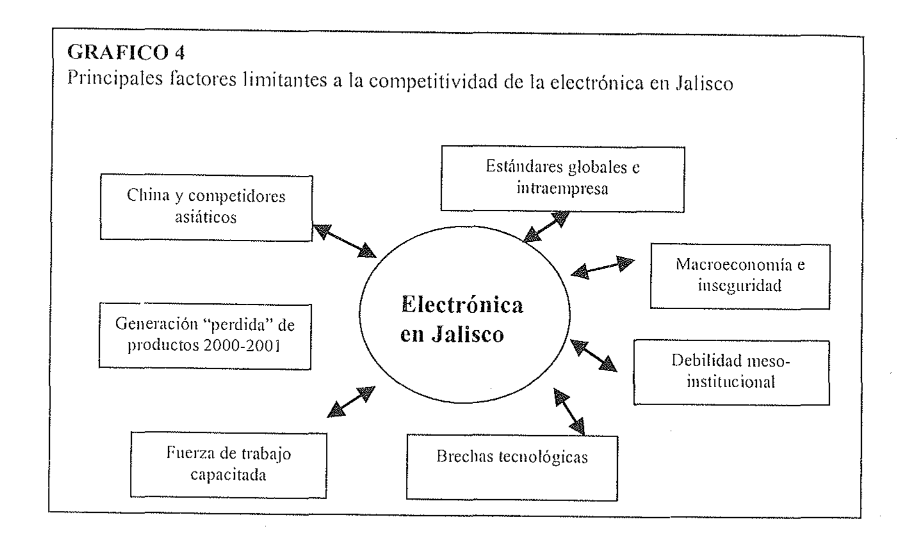
7. Estas tendencias engloban los enormes retos a los que se enfrentan los gobiernos y la iniciativa privada a nivel local y regional, dado que las decisiones de las empresas dependen de múltiples factores: el ciclo de vida de productos, el costos de los factores de producción, cercanía temporal con los mercados finales de consumo y con proveedores, estabilidad macroeconómica y política, condiciones arancelarias y fiscales favorables, entre otras. Desde esta perspectiva, las instituciones públicas y privadas sólo pueden incidir en algunas de estas variables. Adicionalmente, el proceso de integración local y regional se dificulta por una serie de condiciones. Por un lado, la estrategia global de las empresas no necesariamente coincide con los intereses de desarrollo de las localizaciones y regiones. Sin embargo, y como se presentó en el caso concreto de Jalisco, la organización industrial establecida representa una alta barrera de entrada importante para nuevos potenciales proveedores. Además de responder a estrategias globales –y consecuentemente a proveedores globales–, las empresas de marca establecidas en Jalisco han integrado su propia red de proveedores extranjeros y con procesos, partes y componentes importados. Los costos para potenciales proveedores locales y nacionales son extremadamente altos, considerando además las ineficiencias del sistema financiero mexicano durante los noventa. Estos retos y limitaciones estructurales explican el bajo valor agregado local y nacional de la industria electrónica en Jalisco y los altos costos requeridos para sobrellevar la problemática.

8. El Gráfico 7 resume algunos de los retos y factores que han limitado el proceso de integración territorial de la IED para la electrónica en Jalisco. En la actualidad, las principales barreras de entrada para nuevas empresas son los altos estándares globales de la electrónica, pero en varios casos específicamente los estándares intraempresa y hacia la red global: así, los "jugadores globales" o OEM han desarrollado estrictos estándares con los cuales los proveedores pueden vender a cualquier empresa de la cadena a nivel global, no sólo en Jalisco. Lo anterior, sin lugar a dudas representa un enorme atractivo, dado que las empresas establecidas en Jalisco pueden hacer uso de economías de escala y un enorme mercado. Por otro lado, sin embargo, los estándares son altamente complejos, en muchos casos superiores a los globales del sector y la manufactura, y requieren de importantes inversiones para cumplir con éstos, así como para cubrir los requisitos de cantidad y calidad. Las condiciones macroeconómicas –y particularmente el alto costo del crédito y la sobrevaluación– se convierten entonces en aspectos medulares del potencial de endogeneidad territorial y de la competitividad de la industria electrónica en Jalisco. Las importantes brechas en tecnología y capacitación, así como las debilidades de los sectores público y privado –no obstante muy importantes esfuerzos en la región–, aumentan la dificultad de integración territorial de la IED.

9. Al primer semestre de 2002 existen pocas dudas con respecto a la necesidad de replantear el modelo de crecimiento de la industria electrónica en Jalisco, tanto en sectores empresariales como en gubernamentales. Se plantea, en general, cambiar la mezclar de productos y procesos, con el objetivo de alcanzar un mayor grado de diversificación y reducir el volumen. El consenso anterior es resultado de la competencia china –con un alto grado de economías de escala y menores precios– y el mayor grado de requerimientos de valor agregado de las empresas electrónicas. Hasta el primer semestre

de 2002 se ha planteado en varias ocasiones la estrategia de aumentar el grado de diseño e incorporar activamente a instituciones de educación y capacitación, aunque el proceso llevará varios años para estas instituciones y no es seguro si contarán con el respaldo y el interés de las empresas electrónicas. Instituciones como CADELEC, CETI, CINVESTAV y varios otras educativas, así como la Secretaría de Promoción Económica (SEPROE) han buscado, mediante varias instituciones y programas específicos, tomar medidas concretas en este sentido, las cuales podrán ser evaluadas en los próximos años.[25]

GRAFICO 4
Principales factores limitantes a la competitividad de la electrónica en Jalisco



25. Empresas como IBM e Intel, entre otras, han profundizado las actividades de ingeniería y diseño, mientras que la SEPROE ha aumentado sustancialmente los recursos de investigación y desarrollo tecnológico para Jalisco desde 2002. Destaca también el esfuerzo de CADELEC para profundizar las relaciones entre OEM y potenciales proveedores, incluso con una serie de manuales y especificaciones técnicas y precisas en forma electrónica (CADELEC 2001).

No obstante las dificultades anteriores, el hecho de la existencia del agrupamiento de la electrónica presenta un enorme potencial, el cual durante los noventa, en su mayoría ha sido desaprovechado. La mayoría de las empresas entrevistadas consideró que continuarán con actividades en Jalisco, aunque todas coincidieron que las mismas cambiarán sustancialmente. No es de preverse que, en el mediano plazo, la electrónica vuelva a convertirse en uno de los principales generadores de empleo: las nuevas actividades propuestas requerirán de menos empleo, aunque con un muy superior nivel de capacitación y remuneración.

3. Conclusiones

El presente artículo destaca, en su primera parte, que es fundamental comprender los conceptos de "globalización" y "competitividad". Si bien ambos conceptos están de moda y son de uso en muy diversos foros y medios, se plantea que es importante, por un lado, establecer que el proceso de globalización profundiza el proceso de encadenamientos mercantiles globales y sus efectos territoriales. Desde esta perspectiva, e incoporporando el debate sobre la competitividad, no es condición suficiente participar mediante exportaciones en el mercado mundial y/o mediante empresas "competitivas". En la actualidad es fundamental comprender los aspectos de la "competitividad sistémica" y sus efectos territoriales. Imaginémonos, de otra forma, un grupo de empresas "altamente competitivas", pero sin encadenamientos con el resto de las empresas en los respectivos territorios. Las condiciones específicas de endogeneidad territorial, desde esta perspectiva, son fundamentales.

El segundo apartado del documento señala que la industria electrónica en México es paradigmática para comprender que un pequeño grupo de empresas, actividades, ramas y entidades federativas han participado en el proceso de globalización, para el caso de México concretamente el proceso de integración al mercado estadounidense. Si bien las exportaciones mexicanas han sa-

bido participar crecientemente en el mercado estadounidense, y ante la creciente presencia asiática en este mercado, la mayor parte de estas exportaciones dependen de procesos de importaciones temporales para su reexportación. Estas actividades destacan, *por definición*, por no pagar impuesto alguno y su residencia temporal en México para su transformación. Así, *y por definición,* estas exportaciones no pueden generar un proceso de endogeneidad territorial y de aprendizaje. Independientemente de lo anterior, la electrónica en México, a abril de 2002, se encuentra en su peor crisis desde que existe información al respecto, con una caída del empleo de más del 50% con respecto al año anterior.

El caso específico de la electrónica en Jalisco es relevante. Por un lado, destaca que "la época dorada de la electrónica" durante los noventa muy difícilmente regresará en términos de empleos. Los aspectos de financiamiento, sobrevaluación del tipo de cambio, tecnológicos y de vinculación con el sector educativo, entre otros, son fundamentales (Dussel Peters 2002; Rivera Vargas 2002). En la actualidad, un par de aspectos son relevantes para comprender la futura vinculación de México con la electrónica.

Por un lado, que México participa en un segmento específico de la cadena de valor global, concretamente en el subensamble y ensamble. Si bien es posible que en el futuro México (y Jalisco) participen en segmentos de mayor valor agregado, es fundamental conocer si ésta también es la intención de las propias empresas establecidas en México. De otra forma, cualquier tipo de propuesta de política en México y Jalisco pareciera carecer de sustento. Segundo, es fundamental cambiar los incentivos de las empresas que realizan importaciones temporales para su reexportación en México (y Jalisco): los procesos que realizan, y los incentivos generados desde la década de los noventa, parecieran no permitir "escalar" (*upgrade*) la cadena de valor. Tercero, y último, es fundamental ir "más allá" de las exportaciones dependientes de importaciones temporales para su reexportación: las micro, pequeñas y medianas empresas, entre otras, parecieran manifestar la necesidad de una política de "abajo hacia arriba", en donde éste estrato de empresas debiera convertirse en el centro de atención de futuras políticas privadas y públicas, incluyendo propuestas de política empresarial, educativas, tecnológicas y de índole de financiamiento, entre muchas otras.

Bibliografía

Altvater, Elmar y Birgit Mahnkopf. 1996. Grenzen der Globalisierung. Westfälisches Dampfboot, Münster.

Alvarez Galván, José Luis y Enrique Dussel Peters. 2001. "Causas y efectos de los programas de promoción sectorial en la economía mexicana". *Comercio Exterior* LI(5), pp. 446-456.

Best, Michael H. 1990. The New Competition. Institutions of Industrial Restructuring. Harvard University Press, Cambridge.

Best, Michael. 1999. "Cluster Dynamics in Theory and Practice: Singapore/Johor and Penang Electronics". *Research Papers in Management Studies* (University of Cambridge) 9/99.

Best, Michel H. 2001. The New Competitive Advantage. The Renewal of American Industry. Oxford University Press, Reino Unido.

Borrus, Michael y John Zysman. 1998. "Globalization with Borders: The Rise of Wintelism as the Future of Industrial Competitions". En, Zysman, John y Andrew Schwartz (edits.). 1998. *Enlarging Europe: the Industrial Foundations of a New Political Reality.* International and Area Studies, University of California at Berkeley, pp. 27-62.

CADELEC (Cadena Productiva de la Electrónica, A.C.) 2001. Manual para el desarrollo de proveedores de la industria electrónica. México: CADELEC. 2001. ° 36. 1998.

CEED/UDG (Centro de Estudios Estratégicos para el Desarrollo/Universidad de Guadalajara). 2000. Matriz insumo-producto regional. UDG, Jalisco.

Dedrick, Jason y Kenneth L. Kraemer. 1998. Asias's Computer Challenge. Oxford University Press, New York.

Dussel Peters, Enrique, Michael Piore y Clemente Ruiz Durán. 1997. Pensar globalmente y actuar regionalmente. Hacia un nuevo pa-

radigma industrial para el siglo XXI. JUS/UNAM/Friedrich Ebert Stiftung, México.

Dussel Peters, Enrique. "La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa". *Desarrollo Productivo* (CEPAL/Santiago de Chile) 55.

Dussel Peters, Enrique. 2000/a. Polarizing Mexico. The Impact of Liberalization Strategy. Lynne & Rienner, Boulder, Colorado.

Dussel Peters, Enrique. 2000/b. "Cambio estructural regional. El caso de Renania-Westfalia del Norte, Alemania". *El Mercado de Valores* LX(9), pp. 61-71.

Dussel Peters, Enrique. 2001/a. "Un análisis de la competitividad de las exportaciones de prendas de vestir de Centroamérica utilizando los programas y la metodología CAN y MAGIC". *Serie Estudios y Perspectivas* (LC/L.1520-P), pp. 1-57.

Dussel Peters, Enrique. 2001/b. Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México. CANACINTRA/CEPAL/JUS, México.

Dussel Peters, Enrique y Clemente Ruiz Durán. 2003. North American Integration and Development: The Computer Industry. A publicarse.

Dund Peters, Enrique (Coord.), Luis Miguel Galindo y Eduardo Loria 2003. "Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa". Una perspectiva macro, mesa y micro. UNAM, BID/INTAL y Plaza Valdés. A publicarse.

Ernst, Dieter. 2000. "The Economics of Electronics Industry. Competitive Dynamics and Industrial Organization". *Working Paper* (East-West Center) 7.

Ernst, Dieter. 2001. "The New Mobility of Knowledge: Digital Information Systems and Global Flagship Networks". *East-West Center Working Papers* 30, pp 1-46.

Esa Consultores. 1996. Estudio de la pequeña y micro empresa en Honduras. Fundación Covelo, Honduras.

Esser, Klaus, Wolfgang Hillebrand, Dirk Messner y Jörg Meyer-Stamer. 1999. "Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política". En, Klaus Esser (edit.). *Competencia global y libertad de acción nacional: Nuevo desafío para las empresas, el Estado y la sociedad*. Nueva Sociedad, Caracas, pp. 69-85

Fajnzylber, Fernando. 1981. "Reflexiones sobre la industrialización exportadora del sudeste asiático". *Revista de la CEPAL* 15, pp. 117-138.

Fajnzylber, Fernando. 1988. "Competitividad internacional: evolución y lecciones". *Revista de la CEPAL* 36, pp. 1-24.

Gereffi, Gary. 1994. "The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains" How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks". En, Gary Gereffi y Miguel Korzeniewicz (ed.). *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger, Westport/Londres, pp. 95-122.

Gereffi, Gary. 1996. "Global Commodity Chains: New Forms of Coordination and Control Among Nations and Firms in International Industries". *Competition & Change* 1(4), pp. 427-439.

Gereffi, Gary. 2000/a. "La transformación de la indumentaria en América del Norte: ¿es el TLCAN una maldición o una bendición?". *Integración & Comercio* 11(4), pp. 53-108).

Gereffi, Gary. 2000/b. "El Tratado de Libre Comercio de América del Norte en la transformación de la industria del vestido: ¿bendición o castigo?" *Desarrollo Productivo* (CEPAL) 84, pp. 1-55.

Hilbert, Martin R. 2001. "From industrial economics to digital economics: an introduction to the transition". *Desarrollo Productivo* (CEPAL/Santiago de Chile) 100.

Humphrey, John y Hubert Schmitz. 2000. "Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research". *IDS Working Paper* 120, pp. 1-37.

Krugman, Paul. 1994. "Competitiveness: A Dangerous Obsession". *Foreign Affairs* 73(2), pp. 28-44.

Kenney, Martin y James Curry. 2002. "Beating the Clock. Corporate Responses to Rapid Change in the PC Industry". A publicarse.

Kraemer, Kenneth L. y Jason Dedrick. 2002. "Enter the Dragon: China's Computer Industry". *Computer* (CRITO). Febrero.

Meyer-Stamer, Jörg. 2000. "Estrategias de desarrollo territorial basadas en el concepto de competitividad sistémica". *El Mercado de Valores* LX(9), pp. 48-60.

Meyer-Stamer, Jörg. 2001. "Was ist Meso? Systemische Wettbewerbsfähigkeit: Analyseraster, Benchmarking-Tool und Handlungsrahmen". *INEF Report* 55 (Institute for Development and Peace at the Gerhard-Mercator University Duisburg), pp. 1-52.

Meyer-Stamer, Jörg y Frank Wältring. 2000. "Behind the Myth of the Mittelstand Economy. The Institutional Environment Supporting Small and Medium-Sized Enterprises in Germany". *INEF Report* 46, pp. 1-57.

Mortimore, Michael, Rudolf Buitelaar y José Luis Bonifaz. 2000. "México: un CANálisis de su competitividad internacional". *Desarrollo Productivo* 62 (LC/L.1268).

Nadvi, Khalid y Frank Wältring. 2002. "Making Sense of Global Standards". *INEF Report* 58, pp. 1-46.

Palacios, Juan José. 2001. Production Networks and Industrial Clustering in Developing Regions. Electronics manufacturing in Guadalajara, Mexico. Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Peres, Wilson y Giovanni Stumpo. 2000. "Small and Medium-Sized Manufacturing Enterprises in Latin America and the Caribbean Under the New Economic Model". *World Development* 28(9), pp. 1643-1656.

Peres, Wilson y Giovanni Stumpo. 2001. "Introducción. Las políticas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas industriales en América Latina". En, Enrique Dussel Peters (edit.), Claroscuros. *Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*. CANACINTRA/CEPAL/JUS, México, pp. 9-16.

Peres, Wilson y Giovanni Stumpo (coord.). 2002. Pequeñas y medianas empresas industriales en América Latina y el Caribe. *Siglo XXI Editores*, México.

Piore, Michael J. y C. F. Sabel. 1984. The Second Industrial Divide. Possibilities for Prosperity. Basic Books, Inc. Publishers, New York.

Porter, Michael. 1990. The Competitive Advantage of Nations. The Free Press, Nueva York.

Porter, Michael. 1998. On Competition. Harvard Business Review, Boston.

Porter, Michael. 2000. "Location, Competition and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy". *Economic Development Quarterly* 14(1), pp. 15-34.

Rivera Vargas, Isabel. 2002. Technology Transfer Via University-Industry Relationship. Routledge Falmer, Nueva York/Londres.

Stallings, Bárbara y Wilson Peres. 2000. Crecimiento, empleo y equidad: el impacto de las reformas económicas en América Latina y el Caribe. CEPAL, Santiago de Chile.

Vázquez Barquero, Antonio. 1999. Desarrollo, redes e innovación. Ediciones Pirámide, España.

Woo, Guillermo. 2001. "Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco: dos casos de estudio". En, Enrique Dussel Peters (coordinador). *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*. CANACINTRA/CEPAL/JUS, México.. Marzo 19, pp. NEG 1. 2002.

La dinámica productiva de la industria electrónica en México en una perspectiva regional: 1985-1998[1]

Adrián de León Arias

Introducción

En este capítulo se analiza el comportamiento de la productividad en la industria electrónica (IE) en una perspectiva regional. Existen investigaciones sobre la IE que la analizan desde diferentes perspectivas, tales como contribución al desarrollo industrial del país, sus principales productos y procesos, su organización industrial, empleo, inversión, balanza comercial, integración local, entre otros aspectos. Sin embargo no hay, de acuerdo a mi investigación, un estudio sobre la dinámica de la productividad, tanto laboral como de la productividad factorial total de la IE en una dimensión regional. En este capítulo exploro el aspecto de productividad en la industria electrónica por regiones con objeto de ofrecer una panorámica del tema e identificar las particularidades y los retos para la IE desde una dimensión regional.

En este capítulo, con base a la información proporcionada por los censos industriales, se define a la IE como un sector productivo integrado por cinco sub-sectores como son: audio y video, cómputo, telecomunicaciones, sus partes y componentes y otros; para ta-

1. Agradezco la colaboración de Ricardo Serrano Montecinos en la obtención y tratamiento de la información, asi como la asistencia de investigación.

les fines, consideramos incluir del sub-sector 38 las ramas 3823, 3831, 3832 y 3833 que son las que más se adecuan para el análisis y es así como es convencionalmente identificada la IE.[2]

Conviene señalar que este sector es particularmente relevante por la importancia económica que se ha venido incrementado respecto al total de la industria nacional, su orientación exportadora y por ser considerada por algunos economistas como el "núcleo" de la nueva fase de desarrollo económico global, llamada Nueva Economía. (Mendoza 2002). Sin embargo, no entraré a desarrollar este tema que es objeto de análisis en otros capítulos.

Para el desarrollo del tema este capítulo se divide en 3 secciones más. La primera, trata de la dinámica de la IE en una perspectiva regional, se analiza su evolución geográfica en términos de empleo y valor agregado. La segunda sección desarrolla un análisis, bajo una perspectiva regional, de la dinámica productiva de la IE. La tercera sección presenta algunas limitaciones del estudio y ofrece algunas conclusiones.

1. La dinámica de la IE en una perspectiva regional

En virtud de que ya se ha desarrollado en otros capítulos de este libro, las particularidades de la evolución y desempeño de la IE en México, en esta sección sólo presento su dinámica regional desde 1985 a 1998, basándome en lo fundamental en la información proporcionada en los censos industriales. Para tal efecto, identifico entre la amplia diversidad geográfica e institucional del país, cinco regiones que con base en estudios previos, ver de León (1999 y 2000), corresponden a dinámicas productivas con características propias. Estas regiones son: Ciudad de México que incluye al Distrito Federal y el Estado de México; la región

2. Según Censos Industriales del INEGI, la rama 3823 corresponde a: Fabricación y/o ensamble de maquinaria. de oficina, de cálculo y procesamiento informático, la 3831 a: Fabricación y/o ensamble de maquinaria, equipo y accesorios eléctricos, la 3832 a: Fabricación y/o ensamble de equipo electrónico de radio, TV, comunicaciones y equipo médico y la 3833 a: Fabricación y/o ensamble de aparatos y accesorios de uso doméstico.

Norte que comprende los estados de Baja California, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas; La región Centro se define por los estados de Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala; Jalisco que se define como *una región* con propósitos de comparar su dinámica productiva con el resto de las regiones; finalmente, Resto del País comprende el resto de entidades federativas no incluidas en alguna de las regiones antes definidas. Conviene mencionar para validar la pertinencia de mi regionalización, que las cuatro primeras regiones antes mencionadas dan cuenta del más del noventa por ciento del empleo y del valor agregado generado en la IE desde 1985.

La regionalización antes definida nos permite identificar las características del cambio regional reciente en la IE. Presento los resultados en términos de participación de cada región con relación al total nacional, con el fin de identificar el desempeño productivo en términos comparativos, ya que de esa manera podemos *aislar* los efectos del comportamiento nacional, común en mayor o menor grado a todas las regiones.

En términos de empleo, en el cuadro 1 se observa una pérdida significativa de participación de la región Ciudad de México al pasar de ocupar al 32 por ciento de los trabajadores del total nacional en 1985 a sólo 8 por ciento en 1998. En el mismo cuadro se observa que la región Norte tal como fue definida ha aumentado significativamente su participación, pasando del 50 al 79 por ciento en el periodo bajo análisis. En términos absolutos esto significó un decrecimiento anual promedio de 3.09 para la región Ciudad de México y un crecimiento promedio anual de 11.49. El crecimiento promedio anual para toda la IE establecida en el país fue de 7.6. En el caso de Jalisco, este muestra un aumento de su participación en el total del empleo nacional en la IE aunque mucho menos significativo que en el caso de la región Norte. Para la región Centro y Resto del País hay un ligera pérdida de participación en el empleo total de la IE.

Cuadro 1
Participación del empleo por regiones.
Industria Electrónica, México, 1985-1998

Regiones	1985	1988	1993	1998
Cd. De México	32.16	23.48	14.31	8.22
Norte	49.82	66.96	72.67	78.77
Centro	5.96	3.95	4.17	3.91
Jalisco	3.88	3.40	3.25	4.66
Resto País.	8.18	2.22	5.60	4.44
Total	*100.00*	*100.00*	*100.00*	*100.00*

Fuente: Censos Industriales, INEGI

En el cuadro 2, el comportamiento relativo del valor agregado muestra, igualmente, una pérdida de participación en la región Ciudad de México, Centro y Resto del País, y un aumento en las regiones Norte y en mucho menor medida en Jalisco.

Cuadro 2
Participación del Valor Agregado por regiones.
Industria Electrónica, México, 1985-1998

Regiones	1985	1988	1993	1998
Cd. De México	36.55	39.48	31.00	19.13
Norte	41.77	42.62	51.28	60.96
Centro	6.69	5.49	6.49	5.38
Jalisco	6.50	8.35	5.64	8.91
Resto País.	8.50	4.06	5.59	5.61
Total	*100.00*	*100.00*	*100.00*	*100.00*

Fuente: Censos Industriales, INEGI

Es relevante mencionar que este *cambio regional* en el empleo y el producto de la IE, coincide con el cambio regional que se manifiesta en general para las manufacturas en México (ver Hanson, 1994; Polese y Pérez Mendoza, 1995; de León, 2000) y que ha sido explicado como resultado de la interacción de economías internas a escala, economías de aglomeración, costos de

transporte y un traslado del mercado interno centrado en las grandes centros manufactureros (Ciudad de México, Nuevo León y Jalisco) hacia el norte del país debido a la liberalización comercial (Livas y Krugman, 1992; Hanson 1994 y más recientemente Mendoza, 2002).

¿Pero cuáles son las implicaciones de este *cambio regional* en la IE en términos de productividad?. Esta pregunta resulta, desde el punto de vista de la política económica regional, muy importante ya que es precisamente el crecimiento de la productividad lo que, en el largo plazo, determina la competitividad del desarrollo económico y social de los sectores regionales. Para responder a esta pregunta, se presenta, en la próxima sección, un análisis exploratorio del desempeño económico de la IE en una perspectiva regional.

2. El desempeño productivo de la IE en México

Una de las características básica del desempeño productivo en un sector o conjunto de sectores productivos en una economía es la dinámica del producto por trabajador, esto es la capacidad de generar valor agregado por cada uno de los trabajadores involucrados en el proceso de producción que es definida como *productividad laboral* que en este estudio fue calculado por el cociente de valor agregado censal bruto entre el número de trabajadores para cada una de las regiones bajo estudio y para el país en general.

Los indicadores de productividad laboral se muestran en el cuadro 3. Donde se puede observar que existe de acuerdo a los niveles absolutos de producto por trabajador para la IE de todo el país existe un periodo de crecimiento de 1985 a 1988, un periodo de decrecimiento de 1988 a 1993 y una recuperación de los niveles de productividad de 1993 a 1998. Estos datos habría que tomarlos con reserva, ya que en la medida que una buena proporción de la producción de la IE se orienta al mercado externo, al valorar la producción exportada tomando en cuenta el tipo de cambio nominal, sus datos podrían verse sesgados por el valor del tipo de cambio real. Esto es, si existe una sobrevaluación del

tipo de cambio entonces se subvalúa el valor de las exportaciones, si existiera una subvaluación entonces tendríamos sobrevaluados el valor de las exportaciones. Si relacionamos estas observaciones con la opinión generalizada de sobre/subvaluación en el tipo de cambio, tendríamos que el dato de productividad laboral de 1988 en general se estaría sobrevalorando y el de 1993 subvaluando.

Cuadro 3
Valor agregado por trabajador por regiones
Industria Electrónica, México, 1985-1998*

Regiones	**1985**	**1988**	**1993**	**1998**
Cd. De México	255.92	404.17	403.84	444.05
Norte	188.80	152.98	131.52	147.56
Centro	252.56	334.48	290.12	262.49
Jalisco	377.69	590.86	323.04	364.56
Resto País.	233.98	439.73	186.26	240.89
Total	*225.20*	*240.36*	*186.39*	*190.68*

Fuente: Censos Industriales, INEGI
* Se calculó en base a pesos constantes de 1980

Con las reservas expresadas en el párrafo anterior, el análisis regional con base en el cuadro 3 nos muestra en términos absolutos que la región Ciudad de México ha tenido una creciente productividad a lo largo del periodo; la región Norte una tendencia decreciente; las regiones Centro, Jalisco y Resto del País que siguen la tendencia nacional, esto es, un crecimiento *anormalmente* alto en 1988, una caída en 1993 y una recuperación hacia 1998, pero sin recuperar los niveles de 1988 y ni siquiera los de 1985.

Si con objeto de controlar las variaciones a partir de los valores absolutos de productividad laboral que notamos anteriormente, presento la productividad de cada región en términos comparativos con el promedio nacional, que lo indexamos igual a 100 para cada año bajo estudio, se observa en el cuadro 4 que

para la región Ciudad de México, su productividad laboral esta sistemáticamente por arriba del promedio nacional hasta un 100 por ciento más como ocurre en la década de los noventa. Por el contrario para la región Norte, su productividad se encuentra para todos los años, por debajo del promedio nacional. Para el Centro, Jalisco y Resto del País se encuentra por arriba del promedio nacional, con Jalisco manteniendo un segundo lugar en productividad comparativa para todo el periodo bajo estudio, medida en términos de su productividad laboral.

Cuadro 4
Valor agregado por trabajador por regiones
Industria Electrónica, México, 1985-1998

Regiones	**1985**	**1988**	**1993**	**1998**
Cd. De México	1.14	1.68	2.17	2.33
Norte	0.84	0.64	0.71	0.77
Centro	1.12	1.39	1.56	1.38
Jalisco	1.68	2.46	1.73	1.91
Resto País.	1.04	1.83	1.00	1.26
Total	*1.00*	*1.00*	*1.00*	*1.00*
En miles de pesos 1980	225	240	186	191

Fuente: Censos Industriales, INEGI

Si analizamos las tasas de crecimiento de la productividad laboral, en términos comparativos, estos la tasa de crecimiento del valor agregado por trabajador para cada periodo restando la tasa de crecimiento promedio nacional, resultados que presento en el cuadro 5, se observa que sólo la región Ciudad de México creció por arriba del promedio nacional durante todos los periodos en estudio. En contraste la región Norte muestra un crecimiento por debajo de la media nacional en los periodos 1985-1998 donde al parecer dicho crecimiento esta influido por la caída en el periodo 1985-1988. Jalisco por su parte crece a una

tasa de 2 por ciento por arriba del promedio nacional, segunda tasa en nivel después de la región Ciudad de México.

Cuadro 5
Crecimiento comparativo del valor agregado por trabajador.
Tasas de Crecimiento en relación al promedio nacional
Industria Electrónica, México, 1985-1998*

Regiones	1985-1988	1988-1993	1993-1998	1985-1998
Cd. De México	14.26	4.94	1.46	5.60
Norte	-9.00	1.98	1.87	-0.61
Centro	7.62	2.15	-2.44	1.57
Jalisco	13.89	-6.42	1.99	1.00
Resto País.	21.21	-10.83	4.82	1.50

Fuente: Censos Industriales, INEGI

*Las tasas de crecimiento que se muestran en el cuadro, resultan de la diferencia entre las tasas de crecimiento para cada región y la tasa de crecimiento nacional

Del análisis presentado en los cuadros anteriores se desprende como una conclusión relevante que existe una relativa consistencia de los patrones de crecimiento de la productividad laboral, donde un notable incremento de la productividad se ha constatado para la región Ciudad de México, un estancamiento e incluso decremento para el norte fronterizo y un relativamente crecimiento dinámico para Jalisco y Centro del País.

El análisis de la productividad laboral si bien nos ilustra el incremento en la capacidad de generar valor agregado por cada uno de los trabajadores involucrados en el proceso de producción es insuficiente en tanto no incorpora el valor del incremento en la capacidad productiva propiciado por los bienes de capital que están apoyando el proceso productivo. Para dar cuenta del incremento del valor agregado descontando las contribuciones del trabajo y del incremento debido al aumento del número de trabajadores, se identifica lo que se conoce como la *productividad factorial total* (PFT). Los datos de PFT que se presentan en la

siguiente sección nos permiten explorar esta dimensión en nuestro análisis regional de la IE.

Con el fin de analizar las fuentes del crecimiento económico regional, en esta parte presento estimaciones de la productividad factorial total[3] (PFT) de acuerdo con nuestra regionalización. En particular, presento estimaciones de la PFT por regiones para 1985-1993 y 1985-1998, siguiendo la metodología convencional de contabilidad del crecimiento, que consiste en identificar el cambio en la productividad como un residual del crecimiento del producto descontando el cambio en el uso de los factores, ponderados por la participación en el valor agregado de cada uno de ellos. De esta manera, la PFT se identifica como el cambio en el producto que no puede ser atribuido a un cambio en el uso de los factores, y que refleja un conjunto de elementos que definen el "hacer más con menos", característica básica del crecimiento económico. Aunque reconozco que este método tiene múltiples restricciones, su amplio uso como medida convencional de productividad y la facilidad de su cálculo lo hacen particularmente atractivo.

En esta metodología[4] se da por supuesto que el producto de la IE de cada región, medido como valor agregado, es un función de capital, trabajo y tiempo, cuya combinación mediante una función de producción estatal con las condiciones necesarias para el equilibrio del productor y suponiendo rendimientos constantes a escala a nivel estatal, permite determinar que las elasticidades del producto con respecto al capital y el trabajo son iguales a la participación de los factores en el costo. Por lo tanto, la tasa de crecimiento del producto se expresa como la suma de tasas de crecimiento de capital y trabajo, ponderado cada uno por su participación en el costo total y productividad factorial total.

3. La productividad factorial total se define convencionalmente como el residuo del crecimiento del producto una vez descontado el incremento en la cantidad y calidad de insumos (capital y trabajo), ponderados por su participación en el valor agregado. Por lo tanto, la PFT es identificada como la magnitud de cambio tecnológico.
4. Para una descripción de esta metodología respecto a estados o regiones, véase Moomaw y Williams (1991).

El modelo se emplea usando datos de los censos industriales para los años 1985, 1993 y 1998. Se utiliza el total de los activos fijos como datos para capital, el valor agregado censal como datos referentes al producto, y el empleo promedio anual como el empleo para el año en cuestión.[5] Puesto que no se dispone de información sobre precios a nivel regional, la información en precios nominales ha sido deflactada con base en el índice de precios implícitos del PIB con base en 1980.

El cuadro 6 presenta mis estimaciones de las fuentes del crecimiento por región para el período 1985-1993, una primera observación es que las variaciones en el crecimiento del producto a nivel nacional, se caracterizan por una tasa de crecimiento de la PFT de 2 % explicando el 50 % del crecimiento del producto y con una menor contribución del capital. En el análisis regional, la región Ciudad de México presenta el crecimiento más acelerado de la PFT, siguiéndole el Resto del País y la región Centro. En el caso de la primera debiendo sobretodo a un ajuste con menor capital y empleo, en el caso del Resto del País en un contexto de bajo crecimiento de producto y ajuste en la inversión. El Centro con base en un crecimiento más productivo del empleo disponible. El Norte mostró el crecimiento del producto mas elevado, pero basándose exclusivamente en un uso extensivo del empleo, de hecho el crecimiento de la PFT fue de casi cero. Jalisco muestra un decrecimiento de la PFT, un uso extensivo del empleo y un crecimiento modesto del capital.

Para un periodo mas largo, de trece años, si tomamos el período 1985-1998, como se muestra en el cuadro 7, a nivel nacional se observa un crecimiento mas acelerado del producto respecto a los datos presentados en el cuadro anterior, aunque al basarse en un uso mas extensivo de la mano de obra y un modesta contribución del capital, la PFT muestra un valor menor respecto al periodo 1985-1993. En la dimensión regional, la región Ciudad de México presenta el crecimiento más acelerado de la

5. En los datos de empleo se supone que se utilizan datos por hora-hombre, pero por carecer de los mismos se presentan los datos de empleo con base en el número de hombres ocupados.

PFT, siguiéndole la región Centro. En el caso de la primera existe sobretodo un ajuste con menor capital y empleo, en el caso de la región Centro en un contexto de más elevado crecimiento del producto con insumos factoriales más productivos. La región Norte mostró un crecimiento del producto más elevado, en comparación a todas las regiones, basándose al igual que en el periodo anterior, en el uso extensivo del empleo y aunque el crecimiento de la PFT es mayor que en 1985-1993, fue casi de cero. Por su parte Jalisco con un decrecimiento de la PFT, muestra un crecimiento del producto más elevado que en el periodo anterior, con un uso extensivo del empleo y un crecimiento más relevante del capital.

Cuadro 6
Fuentes de crecimiento por región, Industria Electrónica, México, (1985-1993)
(tasas de crecimiento promedio anual)

	Ciudad de México	Norte	Centro	Jalisco	Resto País	Total
Producto	1.60	6.40	3.30	1.90	-1.60	3.70
Capital	-5.10	-0.10	-0.30	1.30	-6.80	-1.30
Trabajo	-1.90	6.90	0.70	1.60	0.60	3.30
PFT	8.50	-0.30	2.90	-1.00	4.70	1.70

Fuente: Cálculos propios con base en censos industriales, INEGI

Cuadro 7
Fuentes de crecimiento por región, Industria Electrónica, México, (1985-1998)
(tasas de crecimiento promedio anual)

	Ciudad de México	Norte	Centro	Jalisco	Resto País	Total
Producto	1.11	9.40	4.50	8.88	2.93	6.27
Capital	-2.78	2.44	1.56	10.78	11.66	1.27
Trabajo	-1.23	6.29	1.80	2.82	1.04	3.69
PFT	5.11	0.68	1.15	-4.72	-9.77	1.31

Fuente: Cálculos propios con base en censos industriales, INEGI

El análisis anterior basado en las estimaciones del PFT nos dan una visión más completa de los determinantes de la productividad, ya que "contabilizamos" los efectos del capital y del traba-

jo. Los resultados nos ratifican nuestras conclusiones preliminares sobre el crecimiento de la productividad en la región Ciudad de México, aunque ahora la debemos de complementar con el dato que esta productividad se ha dado haciendo un uso más intensivo del capital y el empleo cada vez menor. Los resultados anteriores también nos confirman que la región Norte muestra un crecimiento significativo en el producto pero este crecimiento se ha basado en un uso extensivo de la mano de obra mas que de un uso más eficiente de la misma. El estado de Jalisco que había mostrado un crecimiento productivo significativo, debemos de contextualizarlo en términos de que este crecimiento se ha dado con uso relativamente extensivo de capital y de trabajo y muy poco basado en productividad, en nuestro cuadro 7, muestra un crecimiento negativo de su PFT. Este resultado es de alguna manera sorprendente ya que hasta ahora se había considerado, basado en el dato de la productividad laboral, que Jalisco mostraba un uso más o menos eficiente de sus trabajadores.

Los resultados de nuestros cálculos de las fuentes de crecimiento por estado se presentan en el cuadro 8, para el periodo de 1985-1993. Un análisis desagregado por estado nos da más detalle que otro a nivel regional y, en general, permite constatar que nuestros resultados regionales en general reflejan el comportamiento de los estados que los definen. Por ejemplo, en el caso de la región Ciudad de México: las tasas de crecimiento de la PFT de los estados comprendidos, en el periodo 1985-1993, muestran estar muy por encima de la tasa nacional.

3. Conclusiones

Los resultados del análisis realizado en este capítulo nos muestran un claro patrón de cambio regional en términos de productividad. El crecimiento de productividad se ha concentrado en la región Ciudad de México y la Centro, mientras que la Norte ha crecido en términos de producto y de empleo, pero no de productividad. Jalisco también ha crecido y ha tenido una mayor

Cuadro 8
Fuentes del crecimiento por estados.
Industria electrónica, México, 1985-1993

Estado	Crecimiento del producto	Contribuciones de Trabajo	Capital	PFT
Cd. De México				
Distrito Federal	3.42	-2.61	-4.50	10.53
México	0.72	-1.49	-3.92	6.13
Norte				
Baja California	23.02	17.51	2.53	2.98
Coahuila	6.19	11.26	-0.73	-4.34
Chihuahua	8.65	7.19	1.60	-0.15
Nuevo León	-0.79	2.48	-2.58	-0.69
Sonora	9.35	6.62	0.75	1.98
Tamaulipas	7.08	7.63	1.42	-1.97
Centro				
Hidalgo	8.90	-0.69	-1.40	10.99
Morelos	7.14	2.99	-2.06	6.21
Puebla	-11.10	-2.65	-3.36	-5.09
Querétaro	16.67	5.05	0.99	10.63
Tlaxcala	3.32	-1.44	-1.94	6.69
Jalisco	1.89	1.62	1.30	-1.03
Resto País				
Aguascalientes	0.00	0.00	0.00	0.00
Baja Calif Sur	-34.66	-16.50	-21.42	3.26
Campeche	-29.73	-4.58	-38.11	12.96
Colima	-5.75	-3.03	-19.76	17.04
Chiapas	10.46	-0.58	-3.61	14.65
Durango	-47.09	-13.98	4.70	-37.82
Guanajuato	9.32	3.48	0.40	5.44
Guerrero	20.46	0.81	19.93	-0.29
Michoacan	7.02	8.72	20.24	-21.94
Nayarit	-28.15	-13.69	-13.13	-1.33
Oaxaca	-46.40	-6.85	-22.73	-16.82
Quintana Roo	32.40	-10.50	-3.82	46.72
San Luis Potosi	8.78	3.03	3.62	2.13
Sinaloa	29.90	12.74	3.26	13.91
Tabasco	0.00	0.00	0.00	0.00
Veracruz	-25.81	-0.67	-12.34	-12.79
Yucatán	3.04	7.52	-0.99	-3.48
Zacatecas	-14.30	-1.13	-16.49	3.33
Total	3.72	3.30	-1.29	1.71

Fuente: Cálculos propios, con base en censos industriales, INEGI

contribución de una inversión por trabajador, aunque no se ha manifestado en una mayor productividad. Una implicación relevante de lo anterior para la política regional, es que mientras el empleo esta creciendo en regiones de baja productividad, el empleo esta decreciendo en regiones de alta productividad. Lo anterior, podría generar, en el mediano plazo, una tendencia a una menor productividad en el ámbito nacional.

¿Qué parece explicar el patrón de la dinámica regional de la productividad?. Dos hipótesis parecen sugerentes para explicar la persistencia de la dinámica de la productividad a pesar del cambio regional. Primero, las actividades que generan los empleos en la IE no se basan en uso intensivo del conocimiento. En este sentido, Rivera-Bátiz y Xie (1993) han sugerido que en el caso de la integración económica entre países con desigual capital humano dedicado a la generación de conocimiento la integración puede convertir a un país no innovador en un país crónicamente no innovador. Si el capital humano es menor en relación con el del socio que se va a integrar, el país no innovador permanece así aún después de la integración. Ello sugiere que puesto que México es el país no innovador, en el caso de comercio entre las dos economías, tales resultados podrían ser aplicables al caso estudiado en este capítulo.

Otra hipótesis podría plantearse en términos de que el crecimiento del producto en el caso del Norte y Jalisco, se ha basado en la producción tipo *maquiladora*, en mayor mediada que en las otras regiones, por lo tanto se ha basado extensivamente en mano de obra con poca calificación, De hecho, estudios sobre la productividad en la industria maquiladora tiende a reforzar esta hipótesis (Cruz Chávez, 2001).

Otra hipótesis sugerente es que las regiones tienen algunos elementos propios que las hace dinámicas entre sí, lo cual nos conduce a una serie de hipótesis adelantadas por las nuevas teorías del crecimiento económico endógeno, donde las variables que explican a éste son educación, aprendizaje en el trabajo, infraestructura física pública y difusión del conocimiento técnico, entre otras, y que se identifican como externalidades que promueven el crecimiento. En este sentido, estas hipótesis sugerirían que si ello es cierto, regiones que han promovido, intencionalmente o no, estas variables tendrían un mejor desempeño en términos de crecimiento. Esta explicación podría ser reforzada si pensamos en los efectos de estas variables en relación con teorías del crecimiento endógeno como externalidades tecnológicas y, por lo tanto, no identificadas por las empresas en sus inversiones y que, también por esta razón, no reciben incentivos. Y mientras que su promoción se ha debido a otras políticas, el comportamiento de la productividad podría vincularse con políticas tales como promoción de la educación, del aprendizaje, etcétera. Las diferencias en productividad pueden ser atribuidas a la dotación de población educada, habilidad para aprender en el trabajo, infraestructura y características similares.

Finalmente, de lo anterior podría deducirse que la disociación entre productividad y cambio regional no implica necesariamente que la liberalización comercial ha limitado el crecimiento de la productividad, sino que simplemente no debe esperarse un crecimiento de la productividad "automático" y que la dinámica de la productividad es un fenómeno ligado a características heredadas en las regiones y que, una vez identificadas, podrían ser objeto de política de promoción económica. Por el momento, en mi opinión, la evaluación empírica de ésta y las anteriores hipótesis parecen particularmente atractivas para futuras líneas de investigación.

Bibliografía

Cruz Chávez, Placido Roberto (2001). *Los determinantes de la productividad en la industria maquiladora: 1990-1999*. Tesis de Maestría. Programa de Maestría y Doctorado en Negocios y Estudios Económicos. CUCEA-Universidad de Guadalajara.

Hanson, Gordon (1994) *Regional adjustment to trade liberalization*. Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research, working paper # 4713.

Livas Elizondo, Raúl y P. Krugman (1992). *Trade policy and the third world metropolis*.Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research, working paper # 4238.

Mendoza, Jorge. (2002). "Agglomeration economies and urban Manufacturing growth in the northern cities of México". *Economía Mexicana*, nueva época, vol. XI, núm. 1, primer semestre.

Moomaw, Ronald L. y M. Williams (1991). "Total factor productivity growth in manufacturing: Further evidence from the states". *Journal of Regional Science,* vol. 31, núm. 1, pp. 17-34.

Rivera-Batiz, Luis A. y D. Xie (1993). "Integration among unequals". *Regional Science and Urban Economics*, núm. 23, pp. 337-354.

Ordónez, Sergio. (2001). "La industria electrónica de México en el nuevo entorno internacional". *Comercio Exterior*. Banco Nacional de Comercio Exterior. Septiembre.

Corporaciones transnacionales y redes locales de abastecimiento en la industria del televisor

Jorge Carrillo y Oscar F. Contreras

Introducción

La fabricación de televisores es una de las actividades industriales que mayores transformaciones han experimentado como consecuencia de las reglas de origen contenidas en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). No se trata del único factor determinante en la evolución reciente de este segmento industrial en México, pues ya desde los años setenta existían plantas ensambladoras de televisores en Ciudad Juárez y Tijuana, pero su entrada en vigor produjo cambios sustanciales en las estrategias de aprovisionamiento de las empresas que dominan el segmento, como respuesta a las restricciones de contenido regional previstas en el TLCAN. Una característica notable en la estrategia de estas corporaciones transnacionales (CTNs) es su tendencia a formar redes de abastecimiento local, lo que ha estimulado la formación de aglomeraciones manufactureras altamente especializadas en las ciudades fronterizas de Tijuana, Mexicali y Cuidad Juárez, que concentran más del 90% de la producción en este segmento.

El objetivo de este trabajo es mostrar la influencia de las transnacionales del televisor localizadas en México en el desarrollo de proveedores locales, con especial énfasis en el caso de Tijuana. En términos conceptuales, el trabajo se ubica en el mar-

co del debate reciente en torno al impacto de las filiales CTNs en la conformación local de redes productivas y en el desarrollo de las capacidades empresariales, las capacidades tecnológicas y organizacionales, y las competencias laborales. La información procede de visitas a plantas y entrevistas con directivos de las empresas, realizadas por los autores entre octubre de 1988 y enero del 2001 en las ciudades de Tijuana, Mexicali, San Luis Río Colorado y Ciudad Juárez, además de visitas a plantas y oficinas corporativas en Estados Unidos.

El trabajo está dividido en tres secciones. En la primera se expone la importancia de la industria de los televisores (ITV) en México y se describe su proceso de evolución industrial. En la segunda sección se presenta la estructura de las relaciones entre las filiales CTNs del televisor y sus proveedores; por ultimo, en la tercera sección se concluye con una reflexión sobre el impacto de las filiales CTNs en los proveedores locales.

1. La manufactura de televisores y su escalamiento industrial en México

El desarrollo de la industria del televisor (ITV) en México es producto de la convergencia de al menos tres factores principales. En primer lugar, la "maquilización" de la industria electrónica de consumo a partir de los años ochenta, cuando la liberalización comercial empujó a las empresas mexicanas que antes cubrían el mercado nacional a convertirse en distribuidoras o salir por completo del mercado. Esto significó que desaparecieran los productores vinculados al mercado interno y la industria en su totalidad se volcara al esquema de maquiladoras de exportación (Lowe y Kenney, 1999). En segundo lugar, la reorganización de la industria electrónica en los Estados Unidos durante esa misma década de los ochenta, con el establecimiento de las grandes empresas japonesas del sector en los Estados Unidos y el consecuente desplazamiento de las principales firmas estadounidenses, que salieron del mercado o fueron compradas

por firmas japonesas (Dicken, 1998). Esas mismas firmas empezaron entonces a localizar el ensamble final de televisores en la frontera mexicana. En tercer lugar, y de manera destacada, la influencia del TLCAN, que aceleró el desplazamiento de la manufactura del televisor hacia la parte mexicana de la frontera con los Estados Unidos, movimiento con el cual las transnacionales lograban menores costos de producción a la vez que cumplían con el contenido regional y aprovechaban la existencia de una fuerza de trabajo calificada y experimentada (Sargent y Matthews, 2001; Conteras y Evans, 2002).

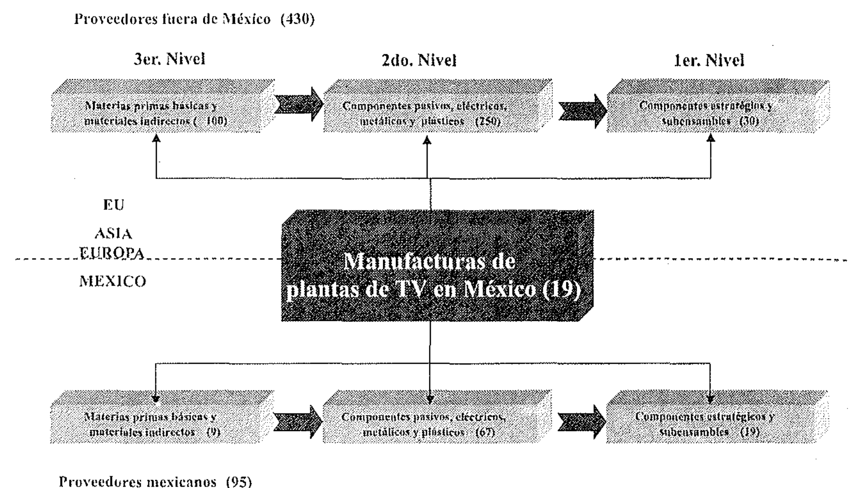
Como resultado de estos procesos, la industria de los televisores a color ha atraído flujos importantes de inversión extranjera directa (IED) bajo el programa de maquiladoras. Los aparatos de televisión embarcados desde México hacia Estados Unidos crecieron de 1.7 millones en 1987 a más de 25 millones en 1998. De acuerdo con la base de datos MAGIC-CEPAL la participación mexicana en las importaciones de aparatos de televisión (HTS item 8528) creció de 40.6% en 1990 a 78.8% en 1996, quedando México muy por encima de otros países como Malasia, Japón y Tailandia.

Como se mencionó antes, el crecimiento de la ITV en México tiene una relación directa con los cambios en esta industria en Estados Unidos. Hacia mediados de los ochenta la mayoría de los productores estadounidenses fueron empujados a abandonar el sector por parte de las CTNs europeas y, sobre todo, asiáticas. Thomson compró las plantas de General Electric y RCA; Philips adquirió las marcas de Sylvania y Magnavox; Matsuchita compró Quasar. Posteriormente, LG Electronics compró las operaciones de Zenith. Esto produjo una industria de televisores dividida principalmente entre CTNs europeas con plantas de producción en Estados Unidos (las cuales controlaban cerca del 34% del mercado estadounidense en 1990), y un rápido crecimiento de las CTNs asiáticas, principalmente japonesas, las cuales invirtieron en la creación de un conglomerado de manufactura de televisores en Tijuana, una ciudad de gran importan-

cia geográfica por estar en la frontera con San Diego, California, y cerca del puerto de Long Beach. La estructura básica actual de las aglomeraciones industriales de la manufactura de televisores puede ser apreciada en la Cuadro 1.

Cuadro 1

Estructura de Proveedores en la Industria de los Televisores enMexico



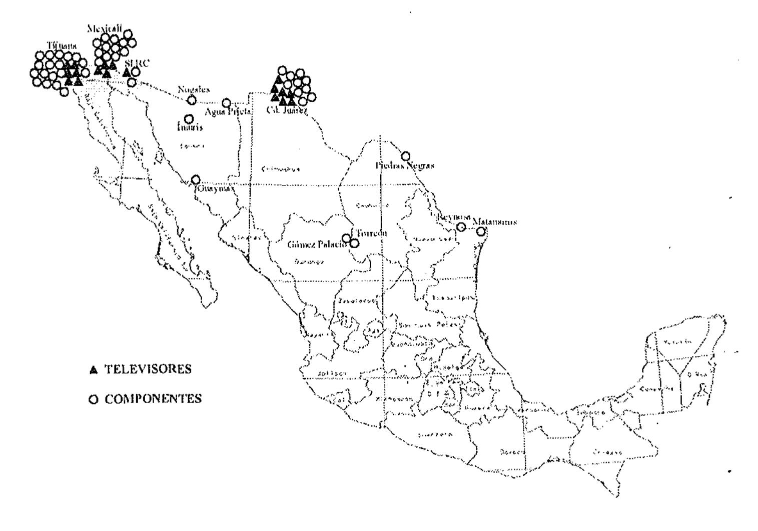
Fuente: Source: Contreras and Carrillo (2000) en base a BANCOMEXT

Actualmente se encuentran establecidas en la frontera norte de México alrededor de 110 plantas electrónicas relacionadas con la producción de televisores y sus componentes, provenientes de CTNs japonesas, coreanas, taiwanesas, europeas y estadounidenses (Mapa 1). El complejo del televisor del norte de México empleaba en el año 2000 a más de 90,000 trabajadores, incluyendo a más de 10,000 técnicos e ingenieros, y producía cerca de 30 millones de aparatos al año, 90% para el mercado norteamericano. Un total de 13 firmas, localizadas en Tijuana,

Mexicali y Ciudad Juárez son el origen de 8 de cada 10 televisores a color vendidos en el mercado norteamericano.

MAPA 1

CLUSTER DE LA INDUSTRIA DE LOS TELEVISORES EN MEXICO
Plantas de TV y Componentes



FUENTE: Contreras y Carrillo (2000).

De acuerdo con las proyecciones del Banco Mexicano de Comercio Exterior (Bancomext) para el año 2003 el consumo de televisores nuevos en Estados Unidos se habrá estabilizado en unos 29 millones de aparatos al año, en tanto que la región de América del Norte en su conjunto estará consumiendo un total de 33 millones de aparatos (Cuadro 2). Para entonces, la producción de televisores en México habrá superado la demanda de la región norteamericana y estará abasteciendo a otros mercados como Centroamérica y Sudamérica. Empresas como Sony y Sansumg empezaron desde hace años la exportación hacia esas regiones.

El crecimiento sostenido de la ITV en México es producto de la alta competitividad internacional que han alcanzado las operaciones locales de las CTNs. Con frecuencia se ha señalado

que la expansión de esta industria se debe a diversas ventajas comparativas, entre las que destacan la cercanía geográfica con Estados Unidos, la estabilidad política y laboral de la región, y la flexibilidad, disponibilidad y costo de la mano de obra. Otros factores mencionados son las políticas de apertura comercial, la desregulación del sector y la fuerte promoción de IED. Sin embargo, los principales ingredientes de la competitividad alcanzada por la ITV residen en las propias estrategias desarrolladas por las filiales y sus casas matrices, las cuales han desencadenado un proceso de escalamiento industrial en las filiales en México (Carrillo y Mortimore, 1998; Lara, 1998; Barajas, 2000; Contreras y Carrillo, 2001).

Cuadro 2

Relaciones de proveedores locales en el ensamble de TV en Tijuana, México

Fuente: en base al Caso 2.

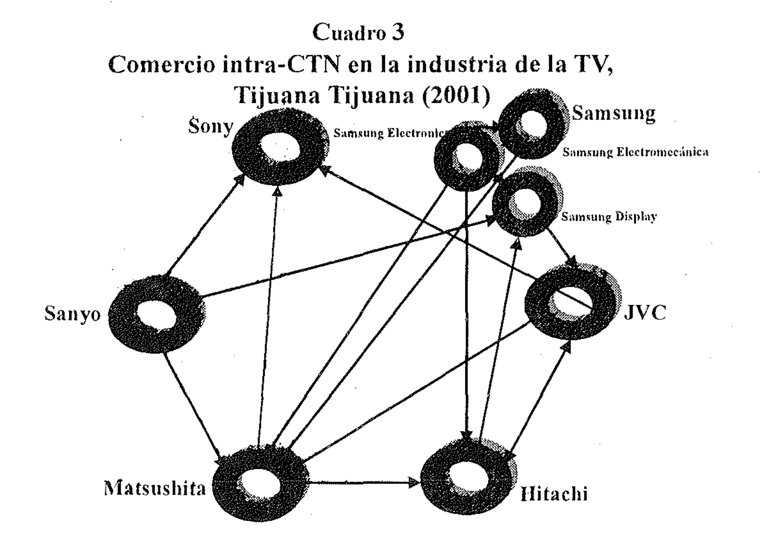
De acuerdo con las propias gerencias de las filiales en México, entre los principales factores internos para elevar la competitividad se encuentran la tecnología y los recursos humanos. Destacan entre esos factores la utilización de tecnología de clase mundial, una alta automatización de los procesos de producción, la delegación a las filiales en México de algunas actividades de investigación y desarrollo, la aplicación local de ingeniería en el diseño, la implantación de modelos de administración flexibles, y el incremento en la contratación de técnicos y profesionistas altamente especializados. En parte como consecuencia de la creciente delegación de funciones productivas y organizacionales, las plantas locales han cobrado una relativa autonomía de sus matrices en aspectos como la selección, gestión y aprovechamiento de los recursos humanos, selección de proveedores locales, adaptación de tecnologías organizacionales, y transferencia tecnológica intra-firma.

Esta descripción fortalece el argumento de que las CTNs del televisor en Mexico han evolucionado del ensamble tradicional hacia operaciones de manufactura avanzada, proceso en el cual se han generado procesos de aprendizaje local que favorecen las nuevas inversiones en esta actividad (Lara, 1998; Alonso, Carrillo y Contreras, 2002). Como ejemplo de la complejidad productiva alcanzada por las filiales locales puede mencionarse que el número de modelos de telvision y la elaboración de otros productos como componentes y monitores para computadoras se han incrementado en forma destacada (Cuadro 1 y Mapa 1). Por ejemplo, Sony produce 10 diferentes modelos de TV y de proyección, adicionalmente fabrica monitores de computadoras, aparatos de televisión por satélite y componentes calve; Samsung fabrica 6 tamaños de TV, con 65 diferentes modelos, produciendo localmente la mayoría de los componentes clave (transformadores, yugos deflectores, sintonizadores y tubos de rayos catódicos, entre otros). El Cuadro 3 muestra los diferentes productos que fabrican internamente las filiales de las CTNs del televisor en Tijuana. Un estudio reciente encontró que en algunas compañías la maquinaria y equipo (Samsung Display y Sa-

nyo) y los blue prints (Sanyo) eran propiedad de las filiales, y que conducían actividades de investigación y desarrollo (Sanyo) (Barajas, 2000:169). En el mismo estudio se menciona que algunas CTNs destacan por su mayor sofisticación en el proceso de producción en manufactura, herramental y montaje de superficie (Sanyo, Samsung, Matsuchita, Hitachi).

La complejidad productiva va acompañada también de procesos de aprendizaje organizacional e individual derivada de la acumulación de experiencia técnica, administrativa y de dirección del personal local ocupado en estas CTNs. Contreras y Kenney (2002) mencionan tres tipos de experiencias individuales intensivas en aprendizaje: el involucramiento del personal local en la transferencia de operaciones en plantas de Estados Unidos hacia México; el entrenamiento en aspectos específicos en otras plantas del corporativo o del cliente, y la experiencia derivada de la movilidad inter-firma, a través de la asimilación de conocimientos en diversos tipos de procesos productivos, estructuras organizativas y culturas corporativas.

Cuadro 3
Comercio intra-CTN en la industria de la TV, Tijuana Tijuana (2001)



FUENTE: en basdBarajas Escamilla, 2000: Contreras y Carrillo, 2000 y entrevistas con empresarios.

Esto autores señalan que estas experiencias acumuladas dentro de las filiales CTNs significan, para los individuos, un factor de competitividad en el mercado de trabajo profesional; para la empresa, un factor de eficiencia operativa y capacidad de adaptación, y para la localidad un factor de maduración de una capa gerencial e ingenieril que se transforma en un recurso a disposición de la industria y que tiene efectos colaterales para la economía local en su conjunto.[1]

Por tanto, cabe destacar que las estrategias corporativas relevantes han sido no sólo el aumento de las funciones productivas y el rol que cumplen las filiales CTNs televisoras en Tijuana, sino su mayor capacidad productiva, el aumento en el volumen de empleo y un proceso de transferencia de conocimientos y aprendizaje continuo de los individuos. En las plantas de televisores en Tijuana existe una trayectoria de aprendizaje en donde sus procesos se han vuelto más complejos, tecnológicamente más sofisticados y han requerido una mayor participación de personal calificado, todo lo cual las ha llevado a que del ensamble tradicional, por ejemplo del gabinete del TV (el caso de Hitachi y Sony), se hayan convertido en plantas de manufactura con una gran interdependencia en diversos asuntos con las empresas matrices y que en un futuro cercano lleguen a ser centros globales de manufactura.

Este proceso de escalamiento industrial ha sido en gran parte resultado de una larga trayectoria de adaptación y aprendizaje regional, cuyo primer episodio tuvo lugar con la llegada de RCA a Ciudad Juárez en 1969. Una década después la ciudad de Tijuana incursionó en la manufactura de televisores con el establecimiento de Matsuchita en esta localidad, y en la década de los años ochenta se registraron nuevas inversiones de estas mismas firmas y de otras

1. Ese estudio menciona algunos ejemplos de creación de nuevas empresas por ex-gerentes de maquiladoras (Contreras y Kenney, 2002). Otro trabajo reciente analiza dos casos exitosos de nuevas empresas locales en las maquiladoras de Ciudad Juárez vinculados con empresas de televisores y de autopartes (Carrillo, 2001). Desafortunadamente no existe información sobre la creación de empresas de ex-empleados de la maquiladora en México, a pesar de que éste es un nicho central por investigar debido al gran potencial de desarrollo que implica.

CTNs competidoras que fueron trasladadas hacia México. A lo largo de los años noventa tuvieron lugar inversiones masivas en esta industria, y a mediados de esa década inició el establecimiento de plantas productoras de componentes (Cuadro 4).

CUADRO 4

ESTRATEGIAS DE INTEGRACION.
INDUSTRIA DE TELEVISORES EN MEXICO

Nivel de complejidad	I	II	III	IV
	- Card board box	- Plastics parts (supports, posts, separators, clips and belts for harnesses)	- Resistencias	- Tubos de rayos catódicos
	- Packaging Materials	- Supports autoadheribles	- Condensadores	- Componente s de estado sólido (diodos y transis - tores, circuitos integrados)
	- Label, Documentation	- Cables and harnesses	- Bobinas	
	- Screw & accesories	- Connectors	- Electroimanes	
	- Tool making	- Plastic Cabinets	- Transformadores de acoplo y poten cia	
	- Armazones y supporters mechanics	- Protector glass for kinescope	- Fuentes de poder	
	- Resorts	- Mirrors for projection	- Yugos	
	- Disparadores of aluminum	- Printed Circuits	- Flybacks	
	- Chassis	- Wood Cabinets	- Tunners	
Estrategia	Inversión de empresas mexicanas		Inversión de empresas extranjeras	
		Promoción de alianzas estratégicas		
Pronóstico de Integración Regional	Próximos 5 años		Próximos 10 años	

FUENTE: Contreras y Carrillo (2000).

Al final de este proceso la ciudad de Tijuana ha llegado a ser considerada en las publicaciones de negocios como la "capital mundial del televisor" o la "meca del televisor" (Darlin, 1996) y ha pasado a convertirse en la fuente mas dinámica de aparatos de televisión importados a Estados Unidos desde México. Tan solo en los años iniciales del TLCAN (1994-1996) las firmas asiáticas invirtieron más de mil millones de dólares en nuevas plantas en Tijuana (Corea 650 millones y Japón 400 millones) y para 1998

las plantas de esta ciudad habían llegado a un volumen de producción anual de más de 9 millones de televisores.

El crecimiento de esta industria ha tenido consecuencias notables en el empleo, tanto en las plantas como en el conjunto de la industria del televisor en la ciudad. Respecto de las plantas, el número promedio de empleados aumentó radicalmente entre 1985 y 2000, pasando de 377 a más de 2,900 empleados por planta. En cuanto al total de empleados de las empresas fabricantes de televisores en la ciudad, estos pasaron de 10, 148 personas en mayo de 1995 a casi 20, 000 personas en diciembre del 2000.

En suma, las CTNs de televisores en Tijuana han evolucionado notablemente a partir de los años noventa. Entre los cambios más importantes debe destacarse la complejidad del producto, la autonomía de las filiales, las actividades de diseño, el aprovechamiento de los recursos humanos y la modernización de las plantas (Carrillo y Mortimore, 1998). Comparando los estudios previos de este segmento de la electrónica con los datos recabados para este trabajo, se puede concluir que: (a) ha crecido la participación de mexicanos en la alta gerencia; (b) ha aumentado la autonomía de las filiales respecto de las matrices; (c) se han incrementado las actividades locales de diseño; (d) ha aumentado el nivel de automatización en los procesos de producción; (e) se ha incrementado el nivel de la tecnología ("comparable con la mejor del mundo" en algunas firmas), y (f) ha aumentado la certificación de los procesos de calidad y medio ambiente.

2. Proveedores locales e integración vertical

A partir del proceso de "maquilización" mencionado en la sección anterior, la industria eléctrica-electrónica en México disminuyó drásticamente la incorporación de insumos nacionales hasta llegar a un magro 1% en promedio en los años noventa, lo que refleja la ausencia de eslabonamientos significativos con la economía nacional, más allá del empleo masivo de mano de obra. De hecho, antes del TLCAN la provisión HTS 9802 penali-

zaba el incremento de componentes mexicanos ensamblados para la exportación a Estados Unidos, ya que preveía pago de impuestos en todas las partes e insumos no estadounidenses. Las reglas de origen del TLCAN introdujeron un cambio importante en esta situación, y los resultados empiezan a ser evidentes. Una muestra de ello son los casos de integración vertical mediante la incorporación de componentes clave, los cuales representan una muy alta proporción del valor agregado del televisor, así como el intenso comercio inter-maquila y las compras a diversos proveedores establecidos en México.

Este proceso sin embargo es aun parcial y la mayor parte de los proveedores continúan localizados fuera del país. Como puede apreciarse en el Cuadro 1, los proveedores localizados en Norteamérica para las empresas OEMs del televisor en México (19 plantas en total) se ubican en su mayoría en Estados Unidos (430) y una parte mucho menor en México (95).

Los vínculos entre las ensambladoras finales de televisores y sus proveedores locales son muy diferentes y dependen, en primer lugar, de la pertenencia a las redes transnacionales y, en segundo lugar, del nivel que ocupan los proveedores locales dentro de la cadena del producto. En el caso de los componentes e insumos clave por lo general se trata de vínculos estrechos y de largo plazo. Como ejemplo se pueden mencionar las relaciones intra-firma desarrolladas por las diversas empresas del corporativo Samsung, que por definición son muy estrechas y de largo plazo; pero además otras firmas como Matsuchita, JVC y Sony han establecido vínculos duraderos con filiales de otras CTNs. Sólo en Hitachi y Samsug Display no se encontraron relaciones de este tipo con proveedores locales (ver Cuadro 4).

Una tendencia reciente, que podría fortalecer la ampliación de las redes locales de abastecimiento, consiste en la delegación a las filiales de las decisiones sobre la selección de sus proveedores. Sólo en Samsung Electronics se encontró que estas decisiones son tomadas por otra filial de la misma firma. Sin embargo también existe una fuerte inercia en sentido contrario,

pues a pesar de que existe una expectativa generalizada en torno a la consolidación de las relaciones de largo plazo con proveedores locales en los próximos cinco años, en los años recientes sólo Hitachi ha tomado acciones concretas para atraer proveedores extranjeros a la región, que le permitan contar con proveedores más confiables y con la capacidad y calidad requeridas.

Por lo general el establecimiento de los proveedores en las cercanías de las plantas ensambladoras es el resultado de acuerdos de alto nivel en los corporativos, o bien de iniciativas de los propios proveedores CTNs, que encuentran diversos tipos de apoyo en las empresas del televisor. La mayor parte de estas buscan acercar a sus proveedores desplegando acciones de asesoría y apoyo para fomentar relaciones de largo alcance. Esto se concreta ofreciéndoles información sobre los requerimientos de la demanda y el mercado, otorgándoles asistencia técnica, asesorándolos en la logística del aprovisionamiento, negociando precios y apoyándolos para que amplíen sus carteras de clientes (ver Cuadro 4).

En términos generales, las filiales del televisor despliegan tres tipos de estrategias de aprovisionamiento local: integración vertical, comercio entre maquiladoras y subcontratación con proveedores locales. En conjunto, el peso de las empresas extranjeras dentro de estas estrategias de aprovisionamiento es abrumador, como puede apreciarse en el Cuadro 3, donde se muestra el caso de una filial transnacional. En esta firma el 77% de las empresas proveedoras en Tijuana son de capital extranjero (11% otras CTNs del televisor y 66% proveedores extranjeros) y el restante 23% son empresas mexicanas. Pero los porcentajes relativos al número de empresas pueden dar una imagen inadecuada, pues en términos del valor de los insumos adquiridos por esta ensambladora final, el 98% de las compras de dicha firma proceden de empresas extranjeras establecidas en Tijuana y sólo el 2% de firmas mexicanas.

Al igual que la industria del televisor en su conjunto, las relaciones cliente-proveedor en la ITV de Tijuana han experimentado una sustancial transformación a lo largo de

los casi 25 años de presencia local de las empresas del televisor. A grandes rasgos, dicha evolución se puede dividir en tres etapas. La primera etapa inicia a fines de los años 70 y abarca toda la década de los 80, periodo en el que las plantas japonesas se concentran en el ensamble final de televisores y por realizar algunas operaciones relacionadas con la producción de componentes de tecnología estandarizada. Prácticamente no había proveedores directos en este período, sino empresas de servicios, fundamentalmente mexicanas.

La segunda etapa abarca de fines de los años 80 hasta mediados de los 90, periodo en el que se inicia la integración vertical de componentes como gabinetes, placas, bocinas y conectores. Se trata, en general, de partes intensivas en mano de obra. Resulta de particular relevancia el subensamble manual y automático de las tarjetas impresas, que comienza a realizarse dentro de las plantas, lo cual implica u incremento en la intensidad de capital y en el nivel de automatización de las plantas. En esta etapa empieza a realizarse una mayor transferencia de tecnología, provocando que el conocimiento compartido entre la matriz y la filial se convierten en elementos críticos para el aprovechamiento de las nuevas tecnologías de inserción y las nuevas actividades a desarrollar. Es en esta etapa y en virtud de las nuevas funciones productivas de las plantas que empiezan a desarrollarse proveedores extranjeros y mexicanos, generalmente por iniciativa de las propias CTNs.

La tercera fase inicia con el establecimiento de TLCAN y en ella se encuentra la ITV actualmente. Se le puede caracterizar como una etapa en la que se fortalecen tres procesos, todos vinculados con las reglas de origen y con el dinamismo de las maquiladoras en la frontera norte: (a) la relocalización de empresas proveedoras asiáticas hacia México por iniciativa de las CTNs y mediante acuerdos entre corporativos[2], (b) la integración vertical a través del establecimiento de nuevas plantas de los corporativos especializadas en componentes (mediante acuerdos entre divisiones), y (c) la difusión de proveedores mexicanos (locales o nacionales) con contratos de subcontratación en productos de bajo valor agregado como los empaques de cartón, ropa de trabajo, piezas metálicas y una amplia gama de servicios. Estos proveedores han sido desarrollados por las filiales CTNs en Tijuana y sólo en algunos casos las iniciativas provienen de las propias firmas mexicanas.[3] Además, se consolidan otro tipo de servicios a las empresas como despachos de abogados, empresas aduaneras, de seguridad, de comida, etcétera, así como servicios de infraestructura, de información tecnológica, entre otros.[4]

Un trabajo que analizaba el complejo del televisor en los inicios de esta tercera etapa (Lara, 1998) reportó que en 1995 existían 27 plantas japonesas, entre ensambladoras finales y proveedoras, vinculadas con la manufactura de televisores. Este estudio identificó una tendencia a la fabricación de un mayor número de componentes y a una mayor complejidad tecnológica en las operaciones locales, incluyendo la producción de convertidores, transformadores, fuentes de poder y cinescopios; en suma, un progresivo escalamiento hacia procesos intensivos en capital, los cuales entre otras cosas requieren de una mayor calificación de la fuerza de trabajo. Un estudio posterior (Contreras y Carrillo, 2000) encontró que una quinta parte de los más de 500 proveedores de la ITV son empresas establecidas en México (ver Cuadro 1). Dicho trabajo enfatiza el proceso de relocalización de proveedores asiáticos hacia México y el desarrollo de redes de abastecimiento local bajo esquemas de estrecha coordinación.

Las estrategias de aprovisionamiento de la ITV son complejas, integrando en su cadena de abastecimientos locales a numerosas empresas de primer, segundo y tercer nivel, con las cuales mantienen relaciones de diversa índole. Todo indica que estas

2. De acuerdo con uno de nuestros entrevistados, el privilegiar los negocios intra-CTN resulta benéfico para los altos directivos de la firma, lo cual inhibe el desarrollo de proveedores externos. Se trata desde luego de una opinión que merece explorarse.
3. No se cuenta con datos acerca de empresas mexicanas que hayan sido adquiridas por firmas proveedoras extranjeras. Se trata de inversiones tipo *greenfield* de compañías extranjeras.
4. Si bien muchos de estos servicios están poco relacionados con la producción, algunos de ellos son fundamentales en la distribución del producto, como es el caso de las agencias aduaneras.

redes locales se fortalecerán en los próximos años, debido principalmente a los incentivos representados por las economías de escala, la entrega oportuna y las exenciones arancelarias contenidas en el TLCAN. Las estrategias dominantes se pueden resumir en las siguientes tres tendencias:

En primer lugar, el proceso de integración vertical ha avanzado considerablemente. Desde 1995, los gerentes de las empresas ensambladoras del televisores declaraban que en los próximos cinco años se incrementaría el número de proveedores "satélites" para alcanzar una mayor integración vertical (Carrillo y Mortimore, 1998). A principios del 2002 este proceso había avanzado notablemente. Entre las partes y componentes que ahora se producen en la región por plantas de las CTNs se encuentran los espejos para proyección, cinescopios, vidrio para cinescopios, fuentes de poder, sintonizadores y baterías recargables, entre otros. En todos estos casos, se trata de partes y componentes que hasta principios de los años noventa se importaban de Japón y Estados Unidos (Contreras y Evans, 2002). El papel de las casas matrices en este proceso de integración vertical suele ser decisivo, pues el traslado de las operaciones de manufactura a la región requiere de un importante apoyo técnico de la casa matriz hacia sus filiales ensambladoras (Barajas, 2000).

En segundo lugar, el comercio inter-firma entre las filiales CTNs del televisor se ha fortalecido. Se trata de un efecto atribuible al nivel de especialización regional en la manufactura de televisores, que ha concentrado en esta región a las más importantes firmas ensambladoras y fabricantes de componentes clave. Además, entre las estrategias de competitividad desarrolladas en la última década destaca la definición de las diferentes plantas de las CTNs como unidades de negocios, lo que las presiona para operar como empresas rentables en sí mismas y a la vez les otorga un márgen de autonomía en el desarrollo de sus carteras de clientes. Como ejemplos de esta tendencia se pueden mencionar los casos de Sanyo, que vende yugos deflectores y sintonizadores a Sony y Matsuchita; Hitachi, que vende

gabinetes a JVC; Samsung Televisores le vende tubos de rayos catódicos a LG Electronics y Daewoo, a la vez que compra gabinetes a Hitachi, cinescopios a Samsung Display y diversos componentes a Samsung Electromecánica, Panasonic y Thomson (ver Cuadro 4).

En tercer lugar, en el caso de los productos que no han sido integrados verticalmente o que no se adquieren de otras CTNs del televisor, el patrón general consiste en desarrollar relaciones con proveedores extranjeros que gozan de los incentivos ligados al programa de maquiladoras. (Barajas, 2000)[5]. Los proveedores mexicanos solo participan de manera marginal, abasteciendo productos de bajo valor agregado y generalmente ajenos al producto mismo (por ejemplo empaques, ropa de trabajo y fixturas metálicas). La proliferación de proveedores extranjeros de las CTNs en los últimos años hace previsible que se fortalezca el comercio inter-maquila en el futuro cercano, principalmente por el pronóstico generalizado acerca del cierre de fábricas que elaboran las mismas partes y componentes en Estados Unidos, por la necesidad de cumplir con las reglas de origen y por los crecientes requerimientos de producción que los proveedores locales no pueden abastecer. Además, las empresas proveedoras han establecido un cierto nivel de competencia inter-firma que las presiona constantemente a mejorar sus procesos y a diversificar sus clientes entre las CTNs establecidas en la región.

Las entrevistas recientes confirman que el desarrollo de proveedores locales no es un aspecto prioritario dentro de las estrategias corporativas. La percepción generalizada al interior de las CTNs sobre los potenciales proveedores mexicanos remite a la falta de capacidad para atender los altos volúmenes de producción requeridos, la baja calidad de los productos, los altos precios y la falta de entrega a tiempo. Un directivo de Philips Consumer Electroncis mencionó a la USITC que "México no

5. Este es un patrón general de la IED en México desde los noventas. Para el caso de la industria automortiz véase Carrillo y González (1999); para la industria de autopartes Carrillo e Hinojosa (2001); para la industria de la computación, Ruiz Durán y Dussel Peters (2003).

cuenta con la infraestructura tecnológica entre sus proveedores domésticos para apoyar el alto volumen de requerimientos para productos líderes electrónicamente como las televisiones y los monitores para computadoras" (Citado por Carrillo, 2001). Contreras (2000) encontró que JVC requería de proveedores JIT y las empresas nacionales no podían lograrlo ni mantener los precios, con lo cual la confianza y la palabra empeñada bajo código de conducta japonés se veía seriamente afectada.

Un problema adicional son los acuerdos corporativos que se realizan en el país de origen de la CTN; las condiciones de precio, calidad y entrega acordadas entre CTNs, conforman una seria barrera de entrada a los proveedores locales, ya que estos últimos no tienen la capacidad de enfrentar dichos requerimentos. Samsung, por ejemplo, mencionó a estos acuerdos coreanos como el principal problema para conseguir empresas en la región (Contreras, 2000).

Uno de los problemas permanentes de la industria es el de la rotación en el empleo, que afecta por igual a las ensambladoras finales y a sus proveedores. Sin embargo, para estas ultimas es muy difícil competir por la mano de obra, debido a que no pueden ofrecer los salarios y prestaciones y, particularmente, las condiciones de trabajo que otorgan las CTNs. Estas ventajas económicas y no económicas sólo las pueden ofrecer las filiales extranjeras.

La rotación de personal es un problema no sólo por el costo asociado a la capacitación (alrededor de 300 dólares por trabajador), sino porque representa un desafío para las empresas en términos de calidad y aprendizaje organizacional. Con elevados niveles de rotación es muy difícil introducir programas dirigidos a fomentar el involucramiento en el trabajo, continuar creciendo a altos ritmos, e incluso atraer nuevos proveedores. Desde los años ochenta la rotación ha estado asociada con el dinamismo de la industria maquiladora en la zona fronteriza (Carrillo, et. al. 2001), aunque la renovada expansión industrial derivada del TLCAN ha hecho que aumenten las tasas de rotación. En el caso de la ITV la rotación mensual promedio en 1995 era de 8%, en

tanto que en el 2001 había ascendido a 13%. Sin embargo es importante matizar estos datos señalando que existe alrededor de un 40% de trabajadores 'estables' (que no cambian de empleo) y un 60% de 'rotadores' (que se mueven mucho entre plantas) (Carrillo y Santibañez, 2001).

Por ultimo, otro problema aunque de muy distinto nivel es la poca fiabilidad de las estadísticas oficiales[6], las cuales no reflejan el creciente proceso de integración vertical en la región (el caso del cinescopio es el más elocuente en este sentido) ni la incorporación de componentes menores y servicios diversos. Aparentemente, las cifras que continuamente se divulgan en relación con la muy baja integración de insumos nacionales, se convierte en un factor de inhibición para el desarrollo de nuevos proveedores.[7]

La historia del atraso empresarial es compleja. Por una parte, la incorporación de componentes mexicanos bajo el mecanismo estadounidense HTS 9802 era penalizada[8]. Y por otra parte, las políticas gubernamentales mexicanas no fueron atinadas. La política industrial nunca consideró algún porcentaje mínimo de contenido local (debido a que explícitamente las maquiladoras fueron excluidas de las política sectoriales); los programas de fomento y apoyo no tuvieron éxito; y las PYMES locales, *de facto*, fueron inhibidas para mejorar su desempeño por la existencia de una tortuosa burocracia y por la falta de apoyos financieros. Aunado a ello, en las ciudades fronterizas como Tijuana y Juárez no existió una tradición manufacturera y se encontraban lejanas de los centros industriales y de consumo mexicanos (Monterrey, Guadalajara y Ciudad de México). Así, un conjunto de condiciones internas y externas inhibieron el desarrollo de los proveedores lo-

6. Un entrevistado comentó que si bien el nivel de integración en la IME ha sido muy bajo históricamente, han habido cambios sustantivos como la incorporación de productos « in-house » y esto no se ve reflejado en las estadísticas. El caso de los televisores es el mejor ejemplo para demostrar esto, ya que la fabricación de cinescopios en Tijuana (70% del valor del producto), por ejemplo, debería de verse reflejado en el aumento del nivel de integración nacional, y no es así.
7. Entrevista con Enrique Mier y Terán, 2001-01-28.
8. La penalización, hasta antes de TLCAN, era a través de la aplicación de tarifas diferenciales a componentes realizados fuera de Estados Unidos y que no son de ese país.

cales. No fue sino hasta los años ochenta cuando dio inicio un lento proceso de vinculación productiva y de los servicios, como resultado de la aglomeración industrial en la región. Este fenómeno se intensificó a medidos de los noventa ante las nuevas exigencias y oportunidades derivadas del TLCAN.

Aunque es preciso admitir que en materia de desarrollo de proveedores existe un enorme rezago y se presenta un desafío para la política industrial mexicana, también es importante reconocer los cambios y tendencias en la ITV. En primer lugar, el contenido mexicano se ha incrementado de 0.6% a 3.7% en el periodo 1990-95, llegando en algunas empresas al 8%. En segundo lugar, las propias OEMs requieren y buscan proveedores locales. Todas las ensambladoras de televisión han participado en múltiples ferias comerciales locales y nacionales que se han hecho en los últimos años. Sony es ejemplar en este sentido ya que ha llevado a cabo muestras exclusivas de sus propios insumos. Por ultimo, la adopción de esquemas de abastecimiento vía electrónica (a través de Internet) representa una nueva oportunidad para la incorporación de nuevas empresas locales a las cadenas de abasteciminetos.

En la actualidad, las partes y componentes incorporadas a los televisores manufacturados en México representan un mercado de más de 8 mil millones de dólares al año. Se trata de un mercado que tradicionalmente ha estado fuera del alcance de las empresas mexicanas debido a diversas circunstancias, entre ellas, la dificultad para cumplir con los estándares de calidad, la disminución de costos y los tiempos de entrega exigidos por las CTNs. Mientras que importantes avances han sido hechos dentro de la producción en las filiales CTNs de televisores en México, y en la producción de ciertos componentes por empresas extranjeras, dado las presiones de las reglas de origen del TLCAN, los proveedores mexicanos quedan rezagados, a pesar de las políticas gubernamentales. Sin embargo, de acuerdo con Bancomext (1998) ya se han dado los primeros pasos para desplegar una estrategia de largo plazo para estimular los encadenamientos locales.

3. Conclusiones

La frontera norte de México se ha convertido en la zona más importante de producción de televisores para el mercado de Norteamérica, dando albergue a una densa red manufacturera en la cual participan las más importantes firmas asiáticas y europeas de la electrónica de consumo, así como alrededor de un centenar de empresas proveedoras, principalmente extranjeras. En particular, la ciudad de Tijuana ha desarrollado una fuerte especialización en este segmento de la industria, con la presencia de seis grandes firmas del televisor y casi 20 mil empleados en las plantas ensambladoras finales, además de una nutrida red de proveedores extranjeros y nacionales que operan en la cuidad.

Este esquema de aprovisionamientos es resultado de una larga trayectoria local de casi 25 años en la manufactura de televisores. Al principio las plantas se limitaban al ensamble final de televisores recibiendo todas las partes y componentes de proveedores externos. A fines de los años 80 se inicia la integración vertical de algunos componentes y partes intensivos en mano de obra, así como la incorporación de proveedores mexicanos en áreas marginales como empaques, ropa de trabajo y algunos servicios. Por ultimo, a mediados de los noventa empiezan a proliferar en la ciudad las empresas proveedoras: algunas de ellas son plantas asiáticas relocalizadas mediante acuerdos entre corporativos; otras son producto de acuerdos divisionales para el establecimiento de plantas del mismo corporativo especializadas en componentes, y algunas más son empresas mexicanas, locales o nacionales, con esquemass de subcontratación en productos de bajo valor agregado.

Este patrón común de abastecimiento local entre las TNCs del televisor presenta importantes diferencias dependiendo de la estrategia particular de cada firma y de la trayectoria local de las empresas. Tal vez el contraste más acusado a este respecto sea el que se presenta en-

tre Samsung y Sony: mientras que la firma coreana ha desplegado una estrategia de integración vertical, las firma japonesa se ha caracterizado por la diversificación de sus proveedores externos. Pero incluso al interior da una misma empresa pueden existir diversas estrategias para desarrollar proveedores locales.

El caso de la firma coreana es ilustrativo. La principal motivación del corporativo Samsung para atraer y desarrollar proveedores antes del TLCAN fue disminuir costos de producción, a lo cual se agregó posteriormente el objetivo de cumplir con las reglas de origen. De esta manera el TLCAN aceleró los planes de contar con proveedores cercanos en Tijuana, para lo cual se establecieron acuerdos entre el corporativo Samsung y proveedores de otras divisiones en Corea, así como acuerdos con TNCs japonesas y con empresas estadounidenses. En todo momento las decisiones de localización y la selección de proveedores estuvieron en manos de las oficinas corporativas en Corea y en las de sus socios coreanos y japoneses. Pero una vez establecidas en Tijuana las plantas empezaron a buscar proveedores locales para sustituir a algunos de los foráneos. Por ejemplo, la gerencia de una de las plantas trató de vincularse con proveedores nacionales de productos químicos (entre ellos insumos básicos como ácido sulfúrico, ácido nítrico y sosa cáustica), tanto para cumplir con las reglas de origen, como para poder confinar sus residuos en territorio mexicano.[9] El principal problema encontrado en este caso ha sido la poca confiabilidad de los proveedores nacionales. Se presentan en este ejemplo dos problemas típicos para el desarrollo de proveedores nacionales: por una parte la desconfianza hacia las empresas mexicanas por su frecuente incumplimiento de compromisos y por sus elevados costos de producción; por otro lado, la existencia de acuerdos corporativos preestablecidos con los proveedores en el país de origen de la IED, en este caso Corea.

9. En México los precio de transporte y disposición son mucho menores que en E.U., pero además al tratarse de productos suministrados por empresas mexicanas se elude la obligación de regresar los desechos a aquel país (como lo establece el régimen de maquila) sin riesgo de que la empresa sea sancionada por violar la ley vigente en México.

Estos factores limitan considerablemente las posibilidades de acceso de los proveedores mexicanos en este mercado. Como se mostró en las páginas precedentes, el caso de la ITV algunas empresas mexicanas han logrado establecer relaciones de aprovisionamiento con las filiales de las TNCs del televisor, pero siempre en la segunda y tercera línea de aprovisionamientos, es decir, en productos y servicios de bajo valor agregado. Esta situación, sin embargo, no es exclusiva de este sector. Tal como lo han confirmado otros estudios, la industria electrica-electrónica y la de autopartes tienen un comportamiento similar, y aun en las empresas automotrices (ensambladoras y autopartes no maquiladoras) se han encontrado escasos vínculos con proveedores nacionales. Las limitaciones encontradas en estas industrias son muy similares: el desarrollo de proveedores se basa en acuerdos corporativos arreglados en el país de origen de las CTNs, y además las empresas nacionales presentan problemas de escala, precios, tiempos de entrega, productividad y tecnología.

En suma, el caso de la industria del televisor en la región fronteriza del norte de México constituye un buen ejemplo de la nueva etapa de integración del espacio económico regional en la dinámica de las industrias globalizadas, con su compleja trama de oportunidades y limitaciones. El TLCAN propició la afluencia masiva de inversión extranjera directa a la región en el marco del programa de maquiladoras y fomentó procesos de integración vertical en la mayoría de las empresas de televisores. Además estimuló el establecimiento de proveedores extranjeros a la región, principalmente empresas asiáticas y estadounidenses, así como la incorporación de algunos pequeños proveedores mexicanos. Todo ello ha impulsado la creación de aglomeraciones industriales altamente especializadas y ha permitido que se incremente en forma moderada el volumen y el valor de los insumos nacionales.

Sin embargo se trata de un proceso de integración muy parcial y no ha producido aun efectos notables en la capacidad empresarial local. Las filiales de las empresas TNCs han mostrado ser un importante vehículo para la modernización de la industria

y el desarrollo de empresas en México. Sin embargo sus propias estrategias de aprovisionamiento local, combinadas con las limitaciones de las empresas mexicanas para cumplir con los estándares de este exigente mercado, representan fuertes obstáculos para un desarrollo regional más equilibrado que involucre a una mayor cantidad de empresas nacionales. Una participación más activa de los propios actores locales y el fortalecimiento del entorno institucional parecen ser condiciones indispensables para que este proceso se consolide.

Bibliografía

Alonso, Jorge, Jorge Carrillo y Oscar Contreras (2002) "Aprendizaje tecnológico en las maquiladoras del norte México". *Frontera Norte*, El Colegio de la Frontera Norte, México, (en prensa).

Bancomext (1998) "La industria eléctrica-electrónica mexicana", en ***http://mexico.businessline.gob.mex/sectorial/elec_dos.html***

Bancomext (1999) "Panorama general del sector eléctrico-electrónico en México", en *http://www.bancomext.gob.mx/Bancomext/index.jsp*.

Barajas Escamilla, María del Rocio, (2000) *Global Production Networks in an Electronics Industry: The Case of the Tijuana-San Diego Binational Region*, PhD Dissertation, University of California, Irvine.

Carrillo, Jorge (2001) *Special Business Survey on Linkages Between Local Firms and Foreign Affiliates of TNCs 2000-2001.The Case of TV Industry in Tijuana*, El Colegio de la Frontera Norte, México, unpublished report.

Carrillo, Jorge, et. al. (2001) *Condiciones de empleo y capacitación en las maquiladoras de exportación en México*, Plaza y Valdéz-El Colegio de la Frontera Norte, México.

Carrillo, Jorge y R. González (1999) *Empresas automotrices alemanas en México, Relación cliente-proveedor*, Cuaderno de Trabajo 17, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México.

Carrillo, Jorge y Raúl Hinojosa (2001) "La evolución de la industria maquiladora de arneses", *Región y Sociedad*, vol. XIII, no. 21, El Colegio de Sonora, Hermosillo, enero-junio, pp. 79-116.

Carrillo, Jorge y Michael Mortimore (1998) "Competitividad en la industria de los televisores en México: del ensamble tradicional a la formación de clusters" en *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, núm. 6, ALAST, Campinas, pp. 79-100

Carrillo, Jorge y J. Santibañez (2001) *Rotación de personal en las maquiladoras de exportación en Tijuana*, Plaza y Valdéz-El Colegio de la Frontera Norte, México.

Contreras, Oscar (2000) *Empresas Golbales, Actores Locales. Producción Flexible y Aprendizaje Industrial en las Maquiladoras*, México, El Colegio de México.

Contreras, Oscar y Jorge Carrillo, (2001) "Comercio Electrónico e Integración Regional. El Caso de la Industria del Televisor en el Norte de México", *Memoria de la Conferencia Internacional: Libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, México.

Contreras, Oscar y Martin Kenney (2002) "Global industries and local agents: becoming a world class manager in the Mexico-USA border Region", en Paul Kennedy and Victor Roudometof (Ed.) *Communities Across Borders*, Routledge, London and New York.

Contreras, Oscar y Rhonda Evans (2002) "Más allá de las maquiladoras: el complejo manufacturero del televisor en el norte de México", en Oscar Contreras y Jorge Carrillo (Coords.) *Hecho en Norteamérica: Cinco Estudios sobre la Integración Industrial de México en América del Norte*, Cal y Arena, México (en prensa).

Darlin, D., (1996) "Maquiladora-ville", *Forbes*, may 6, pp. 111-2

Dicken, Peter, (1998), *Global Shift. Transforming the World Economy*, Paul Chapman Publishing, London.

Dussel Peters, Enrique y Clemente Ruiz Durán (2002) "North American integration and development: the computer industry", Facultad de Economía, UNAM, México, unpublished report.

Lara Rivero, Arturo, (1998), *Aprendizaje Tecnológico y Mercado de Trabajo en las Maquiladoras Japonesas*, Miguel Ángel Porrúa-UAM Xochimilco, México.

Lowe, Nichola y Martin Kenney (1999), "Foreign Investment and the Global Geography of Production: Why the Mexican Consumer Electgronics Industry Failed", *World Development*, Vol. 27, No. 8, pp. 1427-1443.

Sargent, John y Linda Matthews (2001) "Combining Export Processing Zones and Regional Free Trade Agreements: Lessons from the Mexican Experience", *World Development*, Vol. 29, No. 10, pp. 1739-1752.

La industria electrónica en Jalisco: ¿De aglomeración desarticulada a complejo industrial integrado?

Juan José Palacios L.

Introducción

Hacia finales de los años ochenta del siglo pasado, la región central del Estado Jalisco,[1] en la que se ubica Guadalajara, su ciudad capital, empezó a ser calificada en círculos corporativos nacionales e internacionales (e.g., *Businessweek*, 3 de abril de 1989; *Expansión,* septiembre de 1989) como el Mexican Silicon Valley (Valle del Silicio Mexicano), en virtud del considerable número de plantas de alta tecnología de varias de las firmas multinacionales más grandes del mundo en la industria electrónica que se habían concentrado en esa parte de México a lo largo de las dos décadas precedentes. A mediados de los años noventa, el adjetivo fue reemplazado por el de Silicon Valley South (Valle del Silicio del Sur), con miras a establecer el hecho de que Guadalajara es el único lugar en las Américas al sur de los Estados Unidos que merece ese adjetivo, vis a vis otros conglomerados similares, principalmente el de Campinas, cerca de Sao

1. Se extiende por los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, El Salto y Tlajomulco de Zúñiga; tiene una superficie territorial de 800 kilómetros cuadrados y una población de cuatro millones de habitantes. Asimismo, alberga al 70 por ciento de las actividades industriales y al 55 por ciento de la población de Jalisco.

Paulo, Brasil.[2] Esto se hizo bajo la atmósfera propicia que generó el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA, siglas en inglés) suscrito a fines de 1993 y vigente desde enero de 1994.

La nueva denominación de Silicon Valley South fue retomada por el Gobierno del Estado de Jalisco y la sección local de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones e Informática (CANIETI) para emprender una ambiciosa estrategia de promoción con esos fines, la cual habría de coadyuvar al auge sin precedentes que experimentó la industria en la región años después. Si bien se trata de un fenómeno distinto del que se desarrolló en el Silicon Valley original, el conglomerado de la electrónica en Guadalajara ha llegado a presentar, en diferentes momentos de su evolución, algunos elementos característicos del que ha tenido lugar en aquella región de California.

Todo lo anterior ha motivado la realización de numerosos reportajes periodísticos,[3] así como estudios de carácter académico[4] y reportes técnicos y gubernamentales[5] sobre Guadalajara en tanto émulo reconocido de Silicon Valley y, cuando menos, centro de manufactura de alta tecnología de importancia no sólo en México sino en Norteamérica y en todo el llamado Arco del Pacífico (*Pacific Rim*).[6] Si bien esos trabajos han permitido avan-

2. EL gobierno del Distrito Federal, sede de la capital de México, tiene contemplado convertir a esa entidad en otro émulo de Silicon Valley, a fin de aprovechar las ventajas de esa que se dice ser la aglomeración urbana más extensa del mundo atrayendo empresas tecnológicas, en particular de software (Vela del Bosque, 2001).
3. E.g. "Salsa and Chips", *Los Angeles Times*, Marzo 8, 1998; "High-tech jobs transfer to México with surprising speed", *The Wall Street Journal*, April 9, 1998; "Contract manufacturing creates Guadalajara, México, technology corridor", *Dallas Morning News*, Septiembre 9, 1999; "Do PC jobs in México benefit state? *The Wall Street Journal* Interactive Edition, Julio 28, 1999; G. Pierre Goad (1999) "The Mexican Wave", *Far Eastern Economic Review*, November 11; Jennifer Bjorhus (2000) "México's Silicon Valley", *The San Jose Mercury News*, December 3; Philip Siekman (2001) "High-Tech México: Guadalajara, with its stable work force, is the favorite Mexican factory town of sophisticated U.S. companies", *Fortune Magazine* 158, October 29.
4. E.g. Dussel Peters(1998); Dussel Peters y Ruiz Durán (2000); Rivera (1998).
5. CADELEC/ITESM Guadalajara (2000); SEPROE (2002).
6. Región transcontinental que comprende todos los países y territorios que tienen litoral en el Océano Pacífico y se extiende por lo tanto sobre Asia, Oceanía y las Américas, y en la que se ubican los principales competidores comerciales de México respecto del mercado norteamericano.

zar en el conocimiento y la difusión de este caso desde la perspectiva del propósito que respectivamente los anima, las preguntas que surgieron desde los años setenta en cuanto a cuáles fueron los factores que originaron la aparición y florecimiento de una industria de la electrónica en esta región del miembro más sureño del NAFTA, así como sobre la naturaleza del fenómeno mismo y la forma en que se puede caracterizar al conglomerado a que éste ha dado lugar, siguen vigentes.

En ese espíritu, el presente capítulo busca seguir avanzando hacia el objetivo particular de lograr una comprensión pertinente y bien fundada del surgimiento y desarrollo de dicho proceso con miras a formular una caracterización válida del mismo, con base en la cual se puedan diseñar acciones que permitan influir sobre su desarrollo futuro de acuerdo con objetivos de política que la sociedad jalisciense determine.

1. Surgimiento y desarrollo inicial[7]

La industria electrónica en Jalisco nació a finales de los años sesenta con el establecimiento en Guadalajara, de plantas subsidiarias de dos de las compañías multinacionales más importantes en esa industria: Motorola de México e Industrias Mexicanas Burroughs.[8] Ambas iniciaron operaciones en 1968, Burroughs ensamblando semiconductores, radios y micrófonos, y Motorola fabricando cables, fuentes de poder y arneses. Siemens, el gigante alemán, había sido el pionero al instalar en 1962 una planta en La Tijera, a unos cinco kilómetros al sur de Guadalajara, en la que producía motores eléctricos, contractores y switches de baja tensión, para los cuales adquiría localmente la mayor parte de los insumos y materiales necesarios.

7. Esta sección está basada en estudios anteriores del autor (Palacios, 1990; 1992; y, 1997, cap. V), en reportes posteriores de los que es coautor (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999; Dedrick, Kraemer y Palacios, 2001; Dedrick et al. 2001), así como en entrevistas que ha realizado desde entonces.
8. Burroughs se convirtió en Unisys años más tarde al fusionarse con Sperry; en 2000, Motorola fue adquirida por On Semiconductors de la que adoptó el nombre.

Lo anterior fue propiciado en buena medida por las facilidades que otorgaba el Programa de Maquiladoras por parte del gobierno mexicano para atraer a México nuevas inversiones de empresas estadounidenses. Instituido en 1965, este programa tenía un área inicial de aplicación circunscrita a una franja de 20 kilómetros a lo largo de la frontera de México con los Estados Unidos.[9] La extensión del programa a todo el territorio mexicano en 1972 hizo atractiva la localización de nuevas plantas en ciudades del interior, lo que propició que firmas como Motorola y Burroughs buscaran aprovechar las ventajas que el mismo ofrecía para establecer operaciones de ensamble en la segunda ciudad más grande de México, ya que les permitía importar partes, componentes y equipo libres de aranceles, siempre y cuando los productos que se ensamblara con ellos fueran exportados.

Empero, los factores que realmente atrajeron a Guadalajara tanto a esas compañías pioneras como a las que se establecieron en el área en las décadas subsecuentes, fueron:

- Una localización estratégicamente conveniente en Norteamérica, a tres horas del principal puerto mexicano en el Pacífico, por tierra, y a dos horas de los *hubs* de distribución más importantes en los Estados Unidos, por aire.
- Una infraestructura suficiente de comunicaciones terrestres y telecomunicaciones, incluyendo autopistas de acceso, un aeropuerto internacional y servicios aduanales completos
- Abundante oferta de mano de obra dócil y barata
- Una adecuada oferta de personal técnico y gerencial
- Virtual ausencia de rotación de personal, que en la frontera llegaba hasta el 50 por ciento y más
- Sindicatos y centrales obreras amigables con las que siempre ha sido posible negociar pactos de flexibilidad laboral
- Una razonablemente desarrollada infraestructura urbana
- Una estructura industrial considerablemente diversificada

9. La contraparte estadounidense del programa de maquiladoras fueron las fracciones 806.30 y 807.00 del U.S. Tariff system.

- Adecuada oferta de servicios industriales (reparación, mantenimiento)
- Presencia de un buen número de universidades y una diversidad de escuelas técnicas
- Disponibilidad suficiente de agua, en fuerte contraste con la grave escasez que desde los ochentas privaba en las ciudades de la frontera
- Una amplia y sofisticada oferta cultural, así como múltiples oportunidades de entretenimiento y recreación

Durante los años setenta, otras dos grandes firmas estadounidenses: General Instrument y el gigante International Business Machines (IBM) establecieron sendas subsidiarias en Guadalajara. General Instrument, que años después se convirtió en C. P. Clare Mexicana, empezó operaciones en 1974 en el municipio de Tlaquepaque, también bajo el régimen de maquiladoras, ensamblando relays y supresores de picos de corriente. Por su parte, IBM instaló en 1975 lo que sería la primera planta de manufactura de la firma en México en el Corredor Industrial de El Salto, produciendo máquinas de escribir tanto para el mercado nacional como para exportación, lo cual hizo hasta 1987. Posteriormente, en lo que constituyó el primer caso de esta naturaleza, en 1985 IBM obtuvo autorización del gobierno mexicano para establecer, en su mismo complejo de El Salto, una subsidiaria 100 por ciento de su propiedad para manufacturar microcomputadoras para exportación.

En 1986, la subsidiaria local de Kodak, Corp., Industria Fotográfica Interamericana, la cual había fabricado hasta entonces películas fotográficas, construyó unas nuevas instalaciones en su planta ubicada en el municipio de Zapopan, en donde inició la producción de discos flexibles para computadoras personales, arneses, y tarjetas de circuito impreso (PCBs por sus siglas en inglés) para fotocopiadoras y equipo médico. De esta manera, Kodak se sumó a las grandes multinacionales productoras de equipos originales (OEM) que constituirían la masa crítica inicial en la que se sustentó el despegue de la industria electrónica en Jalisco.

A lo largo de la década de los ochenta y principios de los noventa, otros proyectos de la electrónica fueron iniciados en la entidad, consistentes en una mezcla de coinversiones, subsidiarias con 100 por ciento de propiedad extranjera, empresas enteramente locales y, por primera vez, lo que en este capítulo se llama empresas de gestación interna, que corresponden a la expresión inglesa *spin-offs*. De esta manera, el desarrollo de la electrónica en Guadalajara comenzó a presentar en esos años rasgos del proceso de "bola de nieve" de creación de empresas que había caracterizado a Silicon Valley desde sus inicios.

A continuación se refieren los casos más importantes de esa etapa del proceso, agrupándolos en dos categorías: subsidiarias 100 por ciento extranjeras y coinversiones; y, empresas de gestación interna (spin-offs) y de creación local (start-ups).

2. Subsidiarias extranjeras y coinversiones

En 1982 Hewlett-Packard (HP) estableció en Loma Bonita, al sur de Guadalajara, su primera planta de manufactura en México bajo el Programa para la Promoción de la Industria Electrónica instituido en 1981, para producir mini computadoras. Dos años después, HP empezó a fabricar computadoras personales por primera vez en Latinoamérica, introduciendo su nueva tecnología *touchscreen* en la producción de sus modelos HP150 y Vectra. Además, la subsidiaria creó un pequeño departamento de investigación y desarrollo (I&D) con poco menos de una veintena de ingenieros mexicanos, el cual pronto ganó reconocimiento internacional por el diseño de memorias y otros componentes y circuitos para mini computadoras.

En 1985, Tulon de México, una empresa de capital 100 por ciento estadounidense, estableció una planta en el área para hacer taladros para tarjetas de circuito impreso. Shizuki Electronics, otra subsidiaria de capital 100 por ciento estadounidense, inició a su vez operaciones en 1986 en una incipiente área industrial sobre el Anillo Periférico al sur de Guadalajara.

También en 1986 se establecieron Wang y Tandem Computers en el Corredor Industrial de El Salto y la Zona Industrial El Álamo, respectivamente. Wang se dedicó a la manufactura de fuentes de poder y estaciones de trabajo, así como al ensamblando tanto de mini computadoras como de computadoras personales hasta 1992, cuando la fuerte competencia de firmas asiáticas forzó a la compañía a cerrar la planta. A su vez, Tandem ensambló computadoras personales hasta mediados de los años noventa.

Molex de México se estableció en 1989 en el Parque Industrial Guadalajara, sobre la carretera a Chapala, como otra empresa de capital 100 por ciento extranjero, en tanto subsidiaria de la corporación estadounidense Molex Corp., la cual había puesto antes en operación otras dos plantas en el Estado de Sonora, en el noroeste de México. Desde un principio, la planta de Guadalajara ha producido cables y conectores para equipos de cómputo y otros aparatos electrónicos.

Las empresas más importantes que se establecieron en Guadalajara en los ochentas bajo la figura de la coinversión fueron Cherokee Electrónica, Adelantos de Tecnología, y NEC de México. Cherokee Electrónica inició operaciones en 1985 como una coinversión mexicano-estadounidense para ensamblar fuentes de poder. Adelantos de Tecnología (ADTEC), por su parte, se inauguró en 1987 para fabricar PCBs para la planta de IBM en El Salto, como una coinversión entre el gigante estadounidense de la aeronáutica Space Craft, Inc. (49 por ciento) y el Grupo Elamex de Ciudad Juárez, Chihuahua (51 por ciento). Años después, ADTEC y todas sus instalaciones fueron adquiridos por la nueva firma SCI Systems, Inc.

A principios de los noventa, una incipiente aunque significativa industria de telefonía se había establecido en Guadalajara, la cual estaba formada por un grupo de subsidiarias de importantes compañías telefónicas extranjeras. Dos de esas subsidiarias eran Telectra, de capital alemán, y Mitel, una filial de la firma Franco-Canadiense de ese nombre; la otra era Wang. Las tres se dedicaban al ensamble de teléfonos convencionales. En 1990,

otras dos plantas, subsidiarias de dos gigantes de las telecomunicaciones, NEC y AT&T, se incorporaron al conjunto, ambas bajo el régimen de maquiladoras.

NEC de México se estableció como una coinversión mexicano-japonesa en Corredor Industrial de El Salto, produciendo teléfonos celulares controlados por microprocesadores. AT&T construyó a su vez una planta totalmente computarizada sobre el Anillo Periférico al sur de Guadalajara, introduciendo la última tecnología para manufacturar contestadoras telefónicas. Años después, AT&T creó un grupo de investigación y desarrollo con el apoyo y asistencia técnica de los Laboratorios Bell-AT&T.

Finalmente, a mediados de los noventa, dos nuevas coinversiones se establecieron en el área: Panamericana de Tecnología (49 por ciento capital estadounidense) y Circuit Assembly de México, la cual en realidad era prácticamente una empresa extranjera (99 por ciento capital estadounidense).

3. Empresas de gestación interna (*spin-offs*) y de generación local (*start-ups*)

La presencia en la región de subsidiarias de corporaciones líder en la industria ha inducido en varios momentos, a lo largo de tres décadas, la creación de nuevas empresas que se desprenden de las subsidiarias, otras que surgen de la iniciativa de empresarios locales y modalidades similares. A continuación se describen las más importantes.

El caso más antiguo, y tal vez el más notable, fue el de Electrónica Zonda.[10] Esta empresa 100 por ciento mexicana fue establecida en 1970 para fabricar radios portátiles y tiempo después radio consolas que aún eran populares en México en esos años.

10. La información sobre esta compañía fue obtenida en una entrevista realizada por el autor en septiembre de 1998 a un ex-empleado de Zonda que jugó un papel clave en el desarrollo y consolidación de la compañía como ingeniero en jefe.

Hacia 1975, Zonda se había convertido en el mayor fabricante de radio consolas en México.

A finales de los setenta, Zonda creó cuatro compañías y las localizó en la ciudad fronteriza de Tijuana, Baja California como parte de una agresiva estrategia de expansión y diversificación que emprendió en esos años. Las nuevas companies eran: SONIMEX (equipos de audio), REFRIMEX (refrigeradores), TVMEX (televisores), y COMPUMEX (computadoras personales). Sin embargo, la devaluación del peso mexicano de 1982 hechó por tierra los planes de las últimas tres y sólo Sonimex sobrevivió.

La línea de ensamble de aparatos electrónicos de Zonda fue trasladada a en ese añoa las instalaciones de SONIMEX en Tijuana, en donde se hicieron a partir de entonces los sub-ensambles preliminares y los artículos semi-ensamblados (chassises, tarjetas madre) eran subsecuentemente a la planta de Guadalajara en donde se hacía el ensamble final de los aparatos.

SONIMEX fue cerrada en 1987 al igual que la línea de producción de la planta de Zonda en Guadalajara, la cual fue convertida en una bodega. En 1988, Zonda negoció con Goldstar y otras compañías asiáticas para producir televisores con la marca Zonda y además creó una nueva empresa fabricante de computadoras personales: Logix Computadoras cuya línea de producción fue implementada en las instalaciones de Zonda en Guadalajara. Los PCBs, las tarjetas madre y todos los demás componentes electrónicos eran importados de Asia y los Estados Unidos. Las computadoras Logix se fabricaron hasta 1993 cuando Zonda fue forzada a descontinuar su producción, al no ser capaz de competir con otras marcas nacionales que empezaron a inundar el mercado interno, especialmente Lanix y Gama.

Un año después, Zonda se vio seriamente afectada por la devaluación del peso de diciembre de 1994 como resultado de la cual en unos cuantos días se duplicó los enormes pasivos que tenía la empresa en dólares americanos con sus socios asiáticos. Desde entonces, la línea de negocios de Electrónica Zonda se ha reducido a la comercialización de equipo de audio importado.

Otras empresas de generación local significativas fueron Microton, Wind Computadoras, Kitron, y Desarrollo Electrónico Integral (DELINTE). Microton empezó a producir microcomputadoras en 1979 con su propia marca hasta 1986, cuando la compañía fue transformada en Info-Espacio, una nueva firma que ensemblaba buffers y proporcionaba servicios de reparación y mantenimiento a computadoras personales.

Wind Computadoras empezó en 1981 como un taller de cochera, similar al caso de Apple, ensamblando computadoras con componentes y partes importados, si bien con un diseño y una marca propios. En sus instalaciones Wind realizaba otras operaciones como quemado y otras pruebas de desempeño, así como empacado y comercialización. Aunque la compañía tenía un gran potencial de crecimiento, fue cerrada en menos de una década a raíz del temprano fallecimiento de su fundador.

Por su parte, Kitron se inició en 1982 también como taller de cochera, dedicándose a la manufactura de instrumentos de control digital. Hacia 1990, y no obstante su escaso tamaño, Kitron ya había establecido un pequeño departamento de diseño con una docena de ingenieros locales. Por último, DELINTE fue establecida en 1982 como empresa familiar por un empresario y técnico local de Guadalajara[11] quien en 1998 aún era su director general. La empresa importaba las partes y componentes que requería para sus productos desde una oficina en Laredo, Texas manejada por un broker. A fines de los noventa, las operaciones de DELINTE incluían manufactura, ensamble y pruebas de PCBs de uno y dos lados; diseño y programación de circuitos electrónicos y microchips; y, diseño y fabricación de juegos mecánicos. Prácticamente toda su producción se destinaba a clientes locales como Siemens, Pantera, IBM, Hewlett-Packard, Kodak, Electrotec y Acoustic Control.

11. Era ingeniero en electrónica industrial y tenía además licenciatura en economía y una maestría en administración de empresas. La información proviene de una entrevista del autor con él el 11 de agosto de 1998.

Desde mediados y hasta fines de los ochenta, seis spin-offs más y un start-up vieron la luz en Guadalajara. Una de esas nuevas empresas fue Sistemas Delphi, la cual fue fundada en 1983 por un ex-gerente de planta de General Instrument en coinversión con Teléfonos de México, la compañía telefónica nacional; su giro fue el ensamble de teclados para computadoras y PCBs principalmente para TELMEX y ocasionalmente para subsidiarias extranjeras como Hewlett-Packard e IBM. Por su parte, Encitel fue creada en el mismo año de 1983 por inversionistas locales, o sea con 100 por ciento de capital mexicano, pero como una subsidiaria de Siemens de México; su negocio fue la manufactura circuitos electrónicos (PCBs).

Electrónica Pantera fue establecida en 1985 por un ex–gerente de Burroughs en coinversión con un socio local. Desde principios de los noventa es parte de JPM Company y hace cables y arneses para computadoras. Poder Digital entró en operación ese mismo año como resultado de la iniciativa de empresarios locales, y su negocio era el ensamble de fuentes de poder para computadoras y equipo electrónico.

Compubur se estableció como una coinversión entre Burroughs de México y un grupo de inversionistas mexicanos que se constituyó en 1986. Se organizó en dos divisiones: Circuitos Impresos Multicapa y Microsistemas, usando la técnica *pin through-hole* para la inserción de componentes. Compubur suministraba PCBs a Burroughs, que luego se convirtió en Unisys, así como a otras compañías electrónicas en la región. La empresa se disolvió en 1993 después de que la planta de Unisys en Guadalajara fue cerrada el año anterior.

Finalmente, a principios de los noventa se crearon otras dos nuevas empresas locales (start-ups): Scale Computers y Advanced Electronics. Adavanced Electronics se dedicó al ensamble de PCBs, mientras Scale Computers a la manufactura de computadoras personales. Ésta última fue fundada enteramente por inversionistas de Guadalajara, lo que parecía augurar que el desarrollo futuro de la industria electrónica en esta región podía

ser impulsado por capitales locales. El cierre de las plantas locales de Unisys y Wang los años previos reforzaban esta perspectiva. Sin embargo, tanto Scale Computers como Advanced Electronics estuvieron en operación sólo unos cuantos años, con lo que esa alentadora perspectiva pronto se desvaneció.

En síntesis, si bien los factores que lo originaron fueron muy distintos respecto del Silicon Valley de California, el conglomerado industrial de la electrónica en Guadalajara presentó durante los años ochenta y principios de los noventa, algunos de los rasgos característicos del referente estadounidense, en particular el nacimiento de nuevas empresas desde el seno de las establecidas en la región (*spin-offs*), y la creación de nuevas empresas por capitales enteramente locales (*start-ups*). Como se discutirá enseguida, en los años subsiguientes, ese tipo de desarrollos se produjo pero en menor medida, surgiendo en cambio actividades de diseño, investigación y desarrollo, al tiempo que las multinacionales se reafirmaron de nuevo como los actores dominantes del proceso.

4. El *Boom* de la manufactura electrónica por contrato

En la segunda mitad de los años noventa, y más particularmente, a fines de la misma, la industria electrónica en Jalisco experimentó el período de mayor prosperidad en su historia como resultado de la llegada a Guadalajara de un nutrido paquete de subsidiarias de las compañías de manufactura electrónica por contrato (CMs) más grandes del mundo, que en forma prácticamente simultánea decidieron establecer operaciones en esta parte de Norteamérica. Si bien casi todas eran de origen estadounidense, es significativo que una firma europea, de España, y varias corporaciones asiáticas, en particular de Singapur, Hong Kong y Taiwán, se hayan sumado al contingente que arribó en esos años al Valle del Silicio Mexicano. Prácticamente todas se acogieron al régimen de operación del Programa de Maquiladoras y alternativamente al Programa de Importación Temporal para la Producción de Artículos

para la Exportación (PITEX) creado por decreto presidencial del 3 de mayo de 1990. De hecho, ha sido común que cambien de un régimen de manera intermitente.

El Cuadro 1 muestra las subsidiarias de las grandes compañías de manufactura por contrato que arribaron a Guadalajara en este período de auge sin precedentes en la industria electrónica en Jalisco. Se señala en cada caso el nombre de la empresa y el año en que inició operaciones.

CUADRO 1

Principales Empresas de Manufactura Electrónica por Contrato que se Establecieron en Jalisco entre 1995 y 2001

Empresa	Año de Inicio
Yamaver	1996
Dovatron	1996
Solectron	1997
Flextronics International	1997
Jabil Circuit	1997
NatSteel Electronics	1997
Mexikor	1998
Universal Scientific Industrial	1998
Avex Electronics	1998
Benchmark Electronics	1999

FUENTE: Entrevistas a ejecutivos por el autor y reportes en línea de las empresas.

No obstante, el hecho es que la industria de manufactura electrónica por contrato se inició en Jalisco desde fines de los años ochenta con el establecimiento de Adelantos de Tecnología

(ADTEC), referido anteriormente. ADTEC[12] se creó originalmente para proveer de PCBs a la planta local de IBM, por lo que ubicó su propia planta a la entrada del Corredor Industrial de El Salto. Empero, a los pocos meses de que inició operaciones, la empresa empezó a suministrar PCBs a otras ensambladoras de equipos de cómputo en la región, principalmente Hewlett-Packard, Tandem y Unisys. A mediados de los años noventa, ADTEC fue adquirida por la recientemente creada firma SCI Systems, Inc. –surgida de Space Craft, Inc.–, la cual se erigió en esos años como el líder de la industria de manufactura electrónica por contrato a escala internacional, así como la más grande, y la única hasta entonces, en el Valle del Silicio Mexicano.

Yamaver,[13] por su parte, fue creada como una coinversión entre tres corporaciones: Yamashita, de Japón; Verco, de Bélgica; y Grupo Manesa, de Chihuahua, México, en la cual Verco tiene acciones. Yamaver fue una de las primeras empresas que se incubaron en la planta de IBM en El Salto. Al trasladarse un par de años después a sus propias instalaciones, en el mismo Corredor Industrial de El Salto, Yamaver se convirtió en proveedor de IBM ensamblando para ésta partes y componentes para diversos productos, incluyendo computadoras portátiles ThinkPad. Si bien al principio IBM fue su único cliente, meses después otras de las subsidiarias más grandes en la región como Hewlett-Packard y Honda se sumaron a la lista de clientes de Yamaver.

Dovatron de México[14] se estableció en el área conocida como Álamo Industrial, al sureste de Guadalajara, como una subsidiaria 100 por ciento propiedad de Dovatron, Inc., corporación que ya operaba otra planta en Puebla desde 1994. La planta de Guadalajara se dedicó al ensamble de PCBs, tarjetas madre, y *boxbuilds*. Entre las principales líneas de producción destacaban: HP, IBM Free solutions, IBM Visuales, TESA). Dovatron pertenecía a la firma estadounidense denominada Dii Group con sede en Niwot, Colorado, EUA, la cual se fusionó en noviembre de 1999 con Flextronics International, con lo que Dovatron de México pasó a ser de ésta última, incluyendo la planta que tenía en operación, mas otra que estaba construyendo en ese tiempo en el municipio de Tlajomulco.

Por su parte, Solectron se asentó en un amplio predio en La Tijera, también en Tlajomulco, casi adyacente al que ocupa Siemens. En ese momento, en 1997, SCI Systems aún se mantenía como el líder de la industria, posición que cedería a Solectron unos cuantos años después, no sólo a nivel corporativo global sino asimismo a escala local en Jalisco.

Flextronics de México[15], subsidiaria de Flextronics International Inc., inició operaciones en julio de 1997 en un predio de casi 80 hectáreas en una zona suburbana al noroeste de la región metropolitana de Guadalajara, en el municipio de Zapopan. En éste construyó el quinto parque industrial que tiene esa corporación fuera de los Estados Unidos —los otros están en: Sárvár y Zalaegerszeg, Hungría; Sao Paulo, Brasil; y Doumen, China. El parque alberga dos plantas de la empresa, Flextronics I y Flextronics II, así como plantas de manufactura más de una docena de compañías proveedoras de Flextronics, las cuales también tienen como clientes a otras empresas electrónicas de la región.

NatSteel Electronics,[16] subsidiaria del conglomerado singapurense NatSteel, Ltd., se estableció en la planta que desde 1986 había ocupado Compubur, referida en secciones anteriores, en el Parque Industrial Guadalajara, a la entrada del Corredor Industrial del El Salto. En 1997, NatSteel adquirió las instalaciones, Compubur fue disuelta y la nueva subsidiaria se convirtió en la única planta de manufactura de esa corporación asiática en Norteaméri-

12. Fue el primer fabricante de PCBs en México que introdujo la tecnología de montaje de superficie (surface-mount technology, o SMT) para ensamblar PCBs.
13. Información obtenida en una entrevista del autor con el Coordinador de Operaciones, el 13 de agosto de 1999.
14. Información obtenida en una del autor con el Business Unit Manager para proyectos con IBM y Hewlett-Packard, el 11 de agosto de 1998.

15. Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General, el 10 de agosto de 1999.
16. Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General, el 9 de agosto de 1999.

ca. Sin embargo, ésta última sólo estuvo en operación escasos cuatro años ya que en enero de 2001 fue adquirida por Solectron a nivel corporativo, como resultado de lo cual NatSteel y sus activos pasaron a pertenecer a esta corporación estadounidense que ya para entonces había desplazado a SCI como el líder en la industria de la manufactura electrónica por contrato.

Mexikor, por su parte, es la única firma de origen europeo en el Valle del Silicio Mexicano. Se trata de una filial de la firma IKOR Sistemas Electrónicos S.A. con sede en San Sebastián, España. A diferencia de las demás de origen estadounidense y asiático en el conglomerado, Mexikor presenta un variedad más amplia de actividades que incluyen investigación, diseño y fabricación de circuitos, equipos y sistemas electrónicos industriales, en su planta en el Parque Industrial Zapopan Norte, al noreste de Guadalajara. Para ello tiene una unidad de investigación y desarrollo que cuenta con personal y equipos especializados (*www.mexikor.com*).

Jabil Circuit de México[17] se creó en enero de 1997 como subsidiaria de Jabil Circuit, Inc., si bien empezó a operar casi un año después. Ubicó su planta sobre el Anillo Periférico al noroeste del área metropolitana de Guadalajara, en Zapopan, en donde realiza una variedad de operaciones que incluyen ensamble y prueba de PCBs y diversos productos y componentes electrónicos, así como empaque y distribución. Si bien no realiza operaciones de investigación y desarrollo, lo cual se hace en las instalaciones de la compañía en San José, California, a fines de 1999 se empezaron a trasladar a esta planta ciertas operaciones de diseño que antes se llevaban a cabo en San Petersburgo, Florida.

Por su parte, Avex Electronics, Inc., filial de J. M. Huber Corporation, además de Guadalajara tenía plantas en Campinas, Brasil; Csongrad, Hungría; Cork, Irlanda; East Kilbride, Escocia; Singapur; y Katrineholm, Suecia. En agosto de 1999 Avex fue adquirida por Benchmark Electronics, incluyendo su planta

17. Información obtenida por el autor en una entrevista con un Business Unit Manager, el 13 de agosto de 1999.

del Parque Industrial Guadalajara, a la entrada del Corredor Industrial de El Salto. Con esto Avex adoptó el nombre de su nueva propietaria, la cual se posicionó entre las firmas más importantes en la industria de los servicios de manufactura electrónica por contrato. A nivel corporativo, Benchmark sumó las plantas de Avex a las que ya tenía en Angleton, Texas; Beaverton, Oregon; Hudson, New Hampshire; Winona, Minnesota; y Dublin, Ireland (*www.benchmark.com*).

Pemstar de México se estableció en el Parque Industrial Tecnológico en Tlaquepaque, al sur de Guadalajara, cerca del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), una de las dos universidades de mayor prestigio en Jalisco en los campo de ingeniería electrónica y telecomunicaciones. Es subsidiaria de Pemstar, Inc. con sede en Rochester, Minnesota, EUA, y se dedica al negocio de la manufactura electrónica por contrato. Los servicios que ofrece incluyen: ensamble y prueba de PCBs, sistemas electrónicos, circuitos, e instrumentos electromecánicos de precisión (Jiménez, 2000a; *www.pemstar.com*).

Universal Scientific Industrial de México es una subsidiaria de Universal Scientific Industrial, Ltd. (USI) con matriz en Nan-Tou, Taiwan. En 1999, USI fue adquirida por Advanced Semiconductor Engineering, Inc., incluyendo USI México, cuya planta de manufactura se localiza en el Anillo Periférico Norte en Huentitán, municipio de Guadalajara. Se dedica al ensamble de partes, componentes y productos de las industrias de cómputo, comunicaciones y artículos de consumo, así como empaque.

MTI Electronics, cuya matriz se ubica en Menomonee Falls, Wisconsin, en las afueras de Milwaukee, se sumó al conglomerado de empresas de manufactura por contrato en Guadalajara, ofreciendo sus servicios a las industrias electrónica, de telecomunicaciones, cómputo, médica, automotriz y de videojuegos, así como a la de artículos de consumo.

Omni Electronics fue una de las tres subsidiarias de firmas con matriz en Singapur que se establecieron en Guadalajara en-

tre 2000 y 2001; sus operaciones son ensamble de tarjetas de PCBs y otros componentes y productos electrónicos.

Finalmente, al igual que Pemstar, Celestica instaló su planta en el Parque Industrial Tecnológico en el municipio de Tlaquepaque, cerca del ITESO en donde Intel tiene instalado un centro de diseño y varias otras empresas electrónicas que operan o han operado en el área, notablemente Motorola, han sido patrocinadoras del equipamiento y operación de su Laboratorio de Electrónica. La planta de Celestica se especializa en manufactura de mezcla media (*medium-mix*) de alta tecnología, incluyendo armado y prueba de sistemas. Celestica, Inc., su firma matriz con sede en Toronto, Canadá, se ha posicionado desde fines de los noventa como una de las empresas líder en la industria de la manufactura electrónica por contrato en el mundo, con la particularidad de que no es de origen estadounidense sino canadiense (*www.celestica.com*).

5. Hacia una explicación del boom

Si bien la presencia en Guadalajara de subsidiarias de las grandes firmas multinacionales de equipo original (OEMs) como Motorola, IBM, Hewlett-Packard, NEC y Lucent Technologies pudo haber sido un factor de atracción para las firmas de manufactura electrónica por contrato, la misma no explica plenamente la virtual simultaneidad de la llegada de éstas últimas a la región. El hecho contundente es que las subsidiarias de OEMs se habían establecido años, e incluso décadas, antes de que arribaran las CMs. Esta llegada *en masse* ocurrió hasta que en la segunda mitad de los años noventa los corporativos de esas subsidiarias estimaron estratégicamente rentable ubicar parte de sus instalaciones de manufactura en esta parte de México, cuando la economía estadounidense experimentaba el período de prosperidad más prolongado en el siglo XX y las grandes empresas de ese país sintieron de nuevo la confianza y tuvieron las expectativas suficientes para expandir sus capacidades

productivas para incursionar en los mercados internacionales y enfrentar a sus competidores asiáticos y europeos.

Por consiguiente, la llegada de las CMs a Jalisco se puede explicar en parte por el hecho de que sus corporativos encontraron conveniente atender desde esta región de México a clientes OEM ubicados en otras partes del mundo, los cuales necesitaban ensamblar productos o componentes en algún lugar de Norteamérica para aprovechar los beneficios del NAFTA, confirmando así el papel que dicho tratado jugaba ya como facilitador, no como instigador, de inversiones extranjeras en México (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999).

Por otra parte, el hecho es también que, en tanto corporaciones multinacionales, las grandes empresas de manufactura electrónica por contrato siguen una lógica orientada a obtener el costo CIF más bajo en sus productos en los lugares donde son más demandados, la cual gobierna en última instancia sus decisiones de localización e inversión en el mundo. Esta observación es compartida por ejecutivos de las propias subsidiarias entrevistados por el autor.

En suma, puede decirse por lo tanto que las CMs eligieron Guadalajara por las múltiples ventajas de localización que ofrece, referidas anteriormente, en particular por su proximidad al mercado estadounidense –el más grande del mundo– cuyos beneficios se potenciaron con la suscripción del NAFTA dándole a esta ciudad mexicana una ventaja de costos de transporte mayor que las ofrecidas por sus competidoras en Asia.

6. El conglomerado madura y se diversifica

Al igual que otros conglomerados industriales de alta tecnología en otros países en desarrollo, y como consecuencia directa de la invasión de CMs, el conglomerado jalisciense de la electrónica maduró y se diversificó significativamente durante los últimos años del siglo XX y los primeros del XXI, en la medida en que esas grandes plantas de manufactura trajeron consigo el establecimiento de industrias de

soporte y suministro integradas por empresas fabricantes de materiales de empaque, partes y componentes, principalmente de inyección de plástico y de estampado y troquelado metálicos, así como de servicios vitales como logística, transporte y manejo integrado de cadenas de valor. Asimismo, en este período continuaron dándose coinversiones entre grupos locales y firmas extranjeras y se produjo el surgimiento de empresas de diseño e investigación y desarrollo creadas por empresarios y técnicos locales, esto a partir de la presencia de centros de I&D como el Centro de Tecnología de Semiconductores de CINVESTAV establecido en el área a fines de los años ochenta.

A continuación se describen los casos más significativos en cada uno de los grupos referidos.

6.1. Avanza la diversificación del Valle

En 1994 el corporativo alemán Siemens abre en sus instalaciones de La Tijera una pequeña planta para la fabricación de sistemas automotrices con sólo 25 empleados, la cual despegó hasta 1997 cuando empezó a producir partes para General Motors en Alemania. Para mediados del 2000, la planta fabricaba bolsas de aire, ensambles para sistemas de frenado, inmoblizadores, cerebros electrónicos, displays, y computadoras para viaje para firmas como Honda, Chrysler, Ford, Nissan y General Motors (*www.siemens.com.mx*; Orihuela, 2000d).

En 1995, se formó la empresa Cumex[18] con 20 empleados en el Parque Industrial Belenes Norte en Zapopan, dedicándose a la manufactura de PCBs, cables y arneses para la industria electrónica. Cumex se constituyó como resultado de una coinversión entre el Grupo Calesa, de Guadalajara, y la firma estadounidense Cuplex, Inc. de Garland, Texas. Tres años después, en marzo de 1998, Cumex empezó a ensamblar cables y arneses

18. Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente de Producción el 11 de septiembre de 1998.

en su planta. Hacia mediados de 2000, Cumex tenía más de 300 empleados y el fabricante nacional de PCBs más grande en México. En junio de ese mismo año, la firma transnacional estadounidense Multek, Inc. adquirió a Cumex para formar Multek de México, iniciando la construcción de una nueva planta en el llamado Parque Integral, también en Zapopan, aledaño al campus corporativo de Flextronics Internacional (Orihuela, 2000b).

Best Technology Computer (BTC)[19] se estableció en 1997 por inversionistas de Malasia como parte de un grupo de tres empesas; las otras dos son Computer World y JB Computers, ubicadas en Guadalajara y Ciudad de México, respectivamente.

Computer World nació de JP Original, una empresa local que importaba calzado de China y Malasia, y que fue inducida a cambiar su negocio al de la importación de partes y componentes de computadoras personales bajo el nombre de Computer World. BTC fue creada después por el mismo grupo de inversionistas Malasios para ensamblar PCs destinadas al mercado nacional, aprovechando los insumos importados por Computer World. La planta de BTC está ubicada en una pequeña zona industrial sobre la Av. Mariano Otero, cerca del Mercado de Abastos, a una cuadra de Computer World. Finalmente, JB Computers se creó como distribuidor de las importaciones de Computer World y de las computadoras producidas por BTC.

Lo Dan West inició operaciones en agosto de 1999 dentro del campus corporativo de Flextronics Internacional en Zapopan; su planta fue inaugurada en febrero de 2000. Lo Dan West forma parte de la firma Emerson Electronics y se dedica a la producción de cables e interconectores para la industria electrónica y de telecomunicaciones, enfocándose específicamente a clientes como las grandes empresas de manufactura por contrato y los grandes fabricantes de equipo original que operan en Guadalajara (Orihuela, 2000a).

19. Nombre derivado de Behavior Tech Computer Corporation, con matriz en Chung Li, Taiwán; es un renombrado fabricante de componentes y periféricos. La información fue obtenida por el autor en una entrevista con el Director Técnico y de Operaciones el 31 de agosto de 1998.

En enero de 2000, Lucent Technologies le vendió los negocios, las instalaciones y el equipo de su planta en Guadalajara a la firma V-Tech de Hong Kong. Un año después, en enero de 2001, V-Tech demandó a Lucent argumentando que ésta falseó información al hacer la operación por la que V-Tech adquirió su negocio de manufactura de telefónicos y accesorios. Dos meses después, en marzo de ese mismo año, anunció el cierre definitivo de sus operaciones en esta ciudad y su traslado a China.

En junio del mismo 2000, la Aduana Interior de Guadalajara obtuvo la certificación ISO 9001 en sus operaciones de Aduana Interior de Carga, Sala Internacional de Pasajeros y Terminal Intermodal; al mes siguiente, le fue autorizada la categoría Tipo Uno, asignándosele más recursos para operar 24 horas al día, 365 días al año.

En enero de 2001, Solectron Corp. adquirió NatSteel Electronics, Inc. a nivel corporativo, por lo que la planta de ésta última en Guadalajara pasó a ser parte de Solectron de México y a sumarse a las instalaciones de ésta última ubicadas en La Tijera, municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

En julio de 2001, SCI Systems se fusionó con una subsidiaria de Sanmina, Corp. formándose una nueva compañía denominada Sanmina-SCI, de la cual SCI se convirtió en subsidiaria. Con esta fusión-*cum*-adquisición, Sanmina-SCI se erigió como una de las dos compañías de manufactura electrónica por contrato más grandes del mundo (*www.sanmina.com*; Orihuela y Barros, 2001).

En octubre de 2001, Flextronics entra en una alianza con Xerox Corporation en la que ésta le vende su planta de Aguascalientes en México, en la que se hará cargo de la manufactura de fotocopiadoras que tenía Xerox y a la que ésta relocalizará las operaciones que tenía en California y Nueva York (Orihuela, 2001).

En marzo de 2002, Newark Electronics inauguró su sucursal en Guadalajara para ofrecer a las empresas del Valle servicios de distribución y suministro de componentes electrónicos, incluyendo e-procurement vía Internet. Sus clientes iniciales incluyen a IBM, Kodak y Solectron (Orihuela, 2002a).

En junio de 2002, On Semiconductor, cerró finalmente las operaciones de su planta de Guadalajara, la cual había adquirido de Motorola en 2000. En ella se producían obleas, tiristores y rectificadores. Estas operaciones se trasladaron a las plantas de la firma en Phoenix, Arizona y Seremban, Malasia (Velazco, 2002).

En agosto de 2002, Eker, firma dedicada al ensamble de PCBs, trasladó sus operaciones de producción de Saltillo, Coahuila a la planta de Yamaver en el Corredor Industrial de El Salto. Ambas forman parte de la corporación alemana Epiq (Orihuela, 2002e).

6.2. Emergen las industrias de soporte

Las principales firmas en industrias de soporte que establecieron subsidiarias en Guadalajara durante el período en discusión fueron las estadounidenses DTM, Bermo, Cowden Metal, Puget Plastics, Triquest, Trend Electronics y EM Solutions, la singapurense Fu Yu Manufacture y la mexicana Empresas Titán.

DTM es una subsidiaria de Flextronics dedicada a la fabricación de partes a base de moldes de inyección de plástico. DTM estableció su planta en 1998 dentro del campus industrial de Flextronics en Zapopan, fungiendo desde un principio como proveedor de este contratista de manufactura. Bermo y Cowden Metal iniciaron operaciones a mediados de 1999 y 2000, respectivamente, la primera dentro del campus industrial de Flextronics, en Zapopan, y la segunda en Tlajomulco. Triquest empezó a operar también en 1999, mientras que Trend Electronics y Fu Yu Manufacture llegaron en 2000 y 20001, respectivamente.

Puget Plastics Guadalajara fue de las pioneras de su género en el área; inició operaciones en 1998 en su planta sobre la carretera a Chapala en Tlajomulco, dedicándose a la fabricación de componentes y ensambles para empresas en las industrias de cómputo, periféricos, automotriz y electrónica, así como en las de productos médicos y artículos de oficina. Asimismo, Puget ofrece servicios desde pintura de precisión y asistencia técnica,

hasta soldado ultrasónico e incluso logística. Puget Plastics Guadalajara es una subsidiaria 100 por ciento propiedad de Puget Plastics Corporation con matriz en Tigard, Oregon, EUA. (*www.pugetplastics.com*).

EM Solutions, dedicada a la fabricación de productos de la industria electromecánica y metal mecánica fue establecida en junio de 2000, para atender la demanda de dichos productos generada por las empresas electrónicas del Valle del Silicio Mexicano (López Villegas, 2000).

A fines de 2000 inició operaciones en Guadalajara la planta de manufactura de Empresas Titán, filial del Grupo Industrial Durango, para abastecer a las empresas de ensambles electrónicos que operan en el área. Los productos de Titán incluyen empaques tradicionales, microcorrugados y de alta gráfica, éstos últimos con calidad de exportación (Bárcenas, 2000). En diciembre de ese mismo año, NEC de México cerró definitivamente su planta del Corredor Industrial de El Salto, liquidando a los 450 empleados que laboraban en ella.

La empresa de más reciente arribo es Grupo Kervo. Creada como resultado de una coinversión germano-mexicana, esta empresa empezó a operar en Guadalajara en mayo de 2002. Su planta, ubicada en el Corredor Industrial de El Salto, se dedica al troquelado de partes metálicas para las industrias electrónica y automotriz. Entre sus principales clientes locales están Hewlett-Packard y Sanmina-SCI (Orihuela, 2002b).

Otras empresas que han nutrido las industrias de soporte en Jalisco reportadas por la Secretaría de Promoción Económica incluyen DMT Products, HI Precision Moulding y The Tech Group (SEPROE, 2000).

6.3. Surgimiento de actividades de diseño, software e I&D

Desde fines de los ochentas y durante los noventas, tuvo lugar en Guadalajara la aparición de actividades de investigación y desarrollo tanto en algunas subsidiarias de los gigantes de la computación y las telecomunicaciones como IBM, Hewlett-Packard y Lucent Technologies establecidas en el área, como en centros académicos y empresas de diseño que se fundaron en esos años por ingenieros y técnicos mexicanos residentes en Guadalajara bajo el fermento creado por la presencia en ésta de la masa crítica de plantas de manufactura y ensamble de productos electrónicos que para entonces se había formado.

IBM estableció en su planta de El Salto el Guadalajara Programming Laboratory (GPL) con 150 ingenieros mexicanos dedicados al desarrollo de programas de software de uso en esa planta e incluso en todo el corporativo, incluyendo software para clientes y un sistema operativo para sus equipos AS/400[20]. Más recientemente, el GPL se re-denominó como IBM Global Services, en el que se desarrolla *software* operativo que se utiliza en diferentes equipos de cómputo de la firma. Adicionalmente, en la misma planta se han incorporado desde fines de los noventa operaciones de desarrollo y fabricación de una parte considerable de componentes de discos duros para computadoras personales y de manejadoras de cintas para bases de datos (Barros, 2000).

Por su parte, Hewlett-Packard creó a fines de los ochentas un grupo de I&D dedicado a desarrollar componentes de las memorias de las mini computadoras que producía la firma en esos años. A fines de los noventa, esa actividad se había ampliado a accesorios de manejo de papel para su línea de impresoras Laser Jet que ensamblaba en su planta de Guadalajara y el grupo de I&D, que llegaba a 35 ingenieros, había generado 15 patentes y diseñado siete productos multi-velocidad para impresoras (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999). Más recientemente, en 2002,

20. Información obtenida por el autor en una entrevista con el Gerente General de la planta, el 13 de agosto de 1998.

la subsidiaria local de este gigante de la informática está por ampliar sus operaciones de I&D con el desarrollo de un proyecto de diseño con valor de dos millones de dólares (Orihuela, 2002d).

Finalmente, Lucent Technologies, antes AT&T, estableció desde el principio en su planta local un departamento de I&D en el que a fines de los noventas trabajaban 20 ingenieros en el desarrollo de productos, más otros 60 en procesos de reingeniería y aprobación de nuevos componentes.[21]

En ese mismo contexto, en 1988 fue trasladado a Guadalajara el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS),[22] el cual había sido creado originalmente en 1986 en la Ciudad de México como un laboratorio industrial en el Campus Zacatenco del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional. El laboratorio se instaló con el apoyo de IBM de México como parte del compromiso que esta firma multinacional había adquirido con el gobierno mexicano a través de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras para impulsar la transferencia de nuevas tecnologías al país.

El CTS fue concebido desde un principio como una casa de diseño para dar servicio a las empresas de la electrónica asentadas en Guadalajara. Sin embargo, hacia fines de los noventa los únicos clientes locales que tenía eran Hewlett-Packard e IBM, a los que les diseñaba los PCBs que éstos requerían en sus plantas en el área, así como Motorola con el que tenía un contrato similar. Otros productos que diseñaba incluían circuitos integrados para telecomunicaciones, chips de memoria, sistemas de teletexto, chips para estaciones de trabajo RISC, y varios prototipos de computadora personal. Hacia 1998, el centro había desarrollado más de cien productos.

Adicionalmente al CTS, en esos años nacieron en Jalisco nuevas empresas dedicadas al diseño y desarrollo de productos

21. Información obtenida por el autor en una entrevista con el Director Ejecutivo de Materiales de Lucent el 12 de agosto de 1999

22. Información obtenida por el autor en una entrevista con el director del CTS el 18 de septiembre de 1998.

para las industrias electrónica y de computación, las cuales vinieron igualmente a ampliar la diversificación industrial del Valle del Silicio Mexicano. Las más importantes fueron Advanced Technology Research, GPI Mexicana de Alta Tecnología, Arquitectura en Sistemas Computacionales y Mixbaal.

Mixbaal, que significa "cero" en lengua Maya, fue fundada por un grupo de ingenieros que trabajaban en el CTS, dedicándose al diseño y desarrollo de componentes, aparatos y dispositivos electrónicos al igual que dicho centro de investigaciones. Adicionalmente, hace consultoría y manufactura productos a compañías tanto locales como en otras partes de México y Estados Unidos, como Teléfonos de México y DTS y Transwitch, respectivamente. Algunas de las especialidades particulares de Mixbaal son el diseño de microprocesadores, la administración de sistemas, el procesamiento de señales digitales (DSP), y simulación VHDL.

Arquitectura en Sistemas Computacionales Integrales (ASCI) fue constituida en 1993 por un pequeño grupo de tres ingenieros de la localidad, registrando de inmediato un rápido crecimiento. Hacia 1999, ya tenía 35 empleados. El negocio de ASCI es el diseño y desarrollo de sistemas de software, firmware, y hardware tanto electrónicos como mecánicos, así como servicios de aseguramiento de calidad para dichos sistemas. Su principal cliente fue desde un principio Hewlett-Packard, tanto su subsidiaria en Guadalajara como su división de impresoras laser a color en Boise, Idaho, EUA (*El Informador*, marzo 15, 1999).

Algunos de los productos que ha desarrollado ASCI incluyen: un sistema computarizado para las operaciones del periódico de mayor circulación en Jalisco; analizadores de protocolo; una variedad de equipos de prueba; cámaras de estudio para digitalizar libros; robots de digitalización automática de microfichas; software de administración de bibliotecas; y equipo para cardiogramas.

Es de esperarse que con la llegada de CMs a la región se amplíen considerablemente las actividades de I&D, ya que esas grandes factorías pueden asumir en cualquier momento responsabilidades de diseño y/o desarrollo de productos o proce-

sos, como ocurre en otras subsidiarias de sus corporativos; todo dependerá de que éstos últimos encuentren rentable realizar dichas operaciones en sus plantas en esta región de México de acuerdo con las estrategias que adopten a nivel corporativo. De esta manera, las CMs pueden generar ambientes de aprendizaje tanto para los ingenieros que trabajen en ellas como para sus clientes y socios locales, con lo que pueden ir creando una masa crítica de talentos técnicos.

Dicha tendencia se vio fortalecida sustancialmente con la instalación, en febrero de 2001, de una subsidiaria de la empresa estadounidense Center for Design Innovations, la cual se vio atraída por el clima de negocios que se ha creado en el Valle del Silicio Mexicano para establecer su centro de diseño para México y América Latina, el primero fuera de los Estados Unidos. En este centro de clase mundial se diseñan equipos, partes, componentes y programas de software para la industria aeronáutica, y adicionalmente la automotriz y la médica. Sus principales clientes son Boeing, Airbus, Honeywell y General Electric. Uno de sus primeros proyectos fue colaborar con Airbus para el diseño de su nuevo modelo 380 (Barros, 2001).

Otro impulso en el mismo sentido se produjo con la creación, en 2000, del Centro Jalisciense de Diseño (CIJALDE), dedicado inicialmente al diseño gráfico y posteriormente al diseño industrial en ingeniería y desarrollo de productos para pequeñas y medianas empresas. Igualmente, el establecimiento del Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información en agosto de 2001, el cual inició actividades enfocadas al desarrollo de software y plataformas tecnológicas para empresas, actuó en la misma dirección.

Otro paso significativo en el desarrollo de actividades de I&D en Jalisco fue la instalación, en febrero de 2002, del Centro de Diseño Digital por parte del gigante estadounidense de los micro procesadores Intel, Inc. en el campus del ITESO como una donación a ésta que es una de las instituciones educativas líder en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones en Jalisco. Este centro es el primero en su género en América Latina y

cuenta con equipo y tecnologías de clase mundial; ofrece a estudiantes y profesores del ITESO acceso a esas tecnologías y equipos así como a proyectos para nuevos procesadores que Intel esté desarrollando, años antes de que lleguen al mercado (López Villegas, 2002).

Esa misma multinacional tiene además previsto establecer en Guadalajara una incubadora de empresas tecnológicas en la que ofrecerá no sólo instalaciones y equipo sino capital de riesgo[23], el combustible vital del desarrollo explosivo del Silicon Valley en California y el gran ausente en el Valle del Silicio Mexicano. Adicionalmente, ha iniciado una colaboración con la subsidiaria local de Flextronics para apoyarla en sus esfuerzos por atraer proyectos de diseño a sus plantas de Zapopan y Aguascalientes, e invertirá medio millón de dólares en la actualización del CTS del CINVESTAV para formar técnicos (Orihuela, 2002d).

Por último, en febrero de 2001, se estableció el Centro de Investigación y Promoción de la Industria del Software (CIPIS) a partir de una iniciativa de la Delegación Regional de la CANIETI, con aportaciones de 16 socios fundadores entre los que destacan el Consejo Estatal de Promoción Económica, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco y la propia CANIETI. La misión del CIPIS es detonar la industria del software en Jalisco mediante labores de promoción para atraer empresas nacionales y extranjeras y de fomento para la creación de firmas locales (Cortés, 2001).

6.4. Empresas de logística y administración de cadenas de abastecimiento

El surgimiento de empresas que ofrecen servicios de esta naturaleza se produjo a partir de fines de los noventa, particularmente con la llegada de filiales de firmas multinacionales cuyo negocio

23. Prevé incubar una treintena de nuevas empresas e invertir entre uno y cuatro millones de dólares.

es la oferta de servicios de logística, distribución y transporte, así como soluciones para la administración de cadenas de valor, todo basado en comunicaciones vía Internet. La notable concentración en Jalisco de grandes plantas de ensamble y manufactura electrónica de alta tecnología hizo atractivo al estado, y particularmente a su capital, como una localización rentable y conveniente para el establecimiento de dichas filiales, casi todas en 1999, las cuales son en su mayoría de origen estadounidense. A continuación se refieren los casos más importantes.

Una de las primeras en arribar al área fue Redwood Systems cuya subsidiaria empezó operaciones a principios de 1999 en un predio sobre el Anillo Periférico Sur, en el municipio de Tlaquepaque. En febrero de ese año ya había firmado un contrato con la entonces Philips Consumer Communications (antes AT&T y después Lucent Technologies) para proveer a ésta de servicios de logística, distribución, transporte, y administración de inventarios y almacenamiento (Velazco, 1999).

También en 1999, empezó a operar en Guadalajara la filial de la firma singapurense YCH, la cual construyó una sede completa al año siguiente en el Parque Industrial Bugambilias, en las inmediaciones del complejo manufacturero de Solectron, al sur del área metropolitana. YCH ofrece servicios de logística integral, almacenamiento y asistencia en exportación e importación (Jiménez, 2000b).

En el mismo 1999, inició operaciones iLogistix, en sus instalaciones de....las cuales amplió al año siguiente con una inversión $20 millones de dólares. iLogistix ofrece soluciones completas de cadenas de valor, desde recibir el pedido del cliente por Internet, asistirlo en el proceso de manufactura y posteriormente hacerle entrega del producto (Orihuela, 2000c).

A mediados de 2000 Roadway Express hizo lo propio estableciendo sus instalaciones en el Parque Industrial Bosque II en Tlaquepaque, en las que ofrece servicios consolidados de logística, almacenamiento y transporte de carga.

Por otra parte, en septiembre de 2000 la firma Modus Media Internacional empezó a operar en Jalisco, inaugurando meses después un Centro de Soluciones en el Parque Industrial San Jorge sobre la carretera a Chapala, en el municipio de Tlajomulco. Este centro es el primero que establece Modus Media en América Latina, en el que ofrece soluciones de comercio electrónico y de administración de cadenas de abastecimiento, así como soluciones de manufactura y de ejecución electrónica de productos (Curiel, 2001).

Finalmente, en agosto de 2002 Bax Global inauguró sus instalaciones en la zona industrial de El Álamo, ampliando así la cartera de soluciones de logística que ofrece, la cual incluye administración de cadenas de abastecimiento, almacenamiento, selección y empaque, y depósito nacional y fiscalizado.

6.5. Ensambladoras de cajas blancas

Además del establecimiento de las empresas referidas en el apartado anterior, durante la segunda mitad de los años noventa se crearon en Guadalajara numerosas compañías dedicadas al ensamble de equipos de cómputo, a partir de componentes que ellas mismas comercializan, impulsadas por la creciente demanda de estos equipos en Jalisco. Conocidas como "cajas blancas", traducción literal de la expresión que se acuñó en inglés para designarlas (*white boxes*), estas empresas operan al alimón como ensambladoras y distribuidoras al mayoreo y/o menudeo de computadoras, ofreciendo equipos con garantía pero sin una marca que las respalde. En general, las cajas blancas constituyen un segmento muy significativo en el mercado de computadoras personales en el país, llegando a cerca de 3,000 a fines de los noventa (Dedrick, Kraemer y Palacios, 1999).

A continuación se enlistan los nombres de algunas de las más importantes que operan en Guadalajara:

- AMB Computadoras
- Computadoras y Accesorios
- Computadoras Garco

- Computers, Etc.
- Computiendas Zamm
- Chips de Occidente
- Digicom de Occidente
- Fast Computer
- Hersymac
- Ingeniería en Sistemas
- IS Hardware-Software-Internet
- Net Conection
- Compu World
- PAC Computadoras
- PC Digital de México
- PC Shopping
- PCenter Net
- Red Integral de Servicios en Computación
- Smart B
- Soluciones para el 2000

6.6. Surgimiento de redes locales de producción

Otro acontecimiento que contribuyó significativamente durante los años noventa a la maduración del conglomerado de la electrónica en Jalisco fue el surgimiento, y en algunos casos la consolidación, de vinculaciones productivas entre las plantas que operan en el área metropolitana de Guadalajara y el consecuente desarrollo de redes de producción basadas en relaciones de competencia y cooperación. Son éstos rasgos característicos tanto de complejos de alta tecnología de corte post-Fordista como Silicon Valley, como de otros que se han desarrollado en países como Italia, India, Corea del Sur y muchos otros dentro de industrias como la textil y la del calzado (UNCTAD, 1992).

Las redes de producción consisten básicamente en un conjunto de relaciones que se establecen entre dos o mas empresas formalmente independientes dentro de una industria determinada, frecuentemente a través de fronteras nacionales, ya sea para

fabricar un producto o línea de productos, o bien para realizar funciones corporativas como diseño de productos, mercadotecnia, investigación básica, o desarrollo de productos y/o tecnologías (UNCTAD, 1993). Las redes pueden adoptar diferentes modalidades entre las que destacan las de proveedores, productores, consumidores, coaliciones de estándares, y las redes de cooperación tecnológica (Ernst, 1997).

El desarrollo de redes de producción es el resultado de una poderosa tendencia en el mundo corporativo a la adopción de nuevas estrategias de negocios que tienen como elemento clave el uso de prácticas de subcontratación por parte de las firmas multinacionales de manufactura de equipos originales más grandes del planeta (Palacios, 2001). La subcontratación –o *outsourcing*, expresión en ingles que denota más cabalmente el concepto a que alude la tendencia en cuestión– es una consecuencia, y al mismo tiempo una fuerza motriz, de la aparición de las formas post-Fordistas de producción flexible y esbelta que hoy son práctica común en las empresas de vanguardia en Asia, Europa y Norteamérica. Como resultado de lo anterior, el *outsourcing* se convirtió en un instrumento vital para el funcionamiento y la supervivencia misma de las grandes corporaciones en esta era de intensificada competencia en los mercados internacionales.

La expresión por excelencia del *outsourcing* es la práctica de la manufactura especializada por contrato, la cual se convirtió a su vez en una de las industrias más dinámicas y rentables en el mundo en los noventa, primordialmente en el ámbito de la electrónica y las tecnologías de la información. Al contratar algunas de sus operaciones clave con firmas de manufactura especializada por contrato –contract manufacturers o CMs, en inglés–, las grandes corporaciones de marca (OEMs) obtienen acceso a tecnología, habilidades, instalaciones y equipo que ellos no tienen, pudiendo centrarse en sus capacidades centrales a nivel corporativo como la alta dirección, I&D, y mercadotecnia (Palacios, 2001).

Lo anterior ha llevado a las empresas de todos los tamaños, especialmente en países en desarrollo como México, a la necesidad

de incorporarse a y participar activamente en redes locales, continentales y globales de producción dentro de industrias de alta tecnología como la electrónica. Esto, sumado al hecho de que las subsidiarias de CMs por definición están insertas en las redes globales en las que a su vez operan sus corporativos, ha dado por resultado el surgimiento de vinculaciones crecientes entre las empresas de la electrónica en Guadalajara como un rasgo más de conglomerados á là Silicon Valley que aparece en su émulo mexicano.

Si bien la mayoría de los vínculos económicos entre dichas empresas son de carácter ocasional y de corta duración, la tendencia es clara hacia una mayor interacción entre las mismas. Los vínculos más estables y duraderos son los que están surgiendo entre CMs y sus clientes OEM. Dados los altos costos que implica cambiar de contratista, los OEMs virtualmente "se casan" con sus CMs por todo el tiempo que el producto permanece en el mercado, que va más allá de la duración de los proyectos y se extendiende en algunos casos hasta diez años o más. Por lo tanto, las relaciones OEM-CM en Guadalajara se han convertido en realidad en asociaciones a largo plazo basadas en la confianza y la cooperación, con lo que se están sentando las bases para el desarrollo de redes de producción en esta región (Palacios, 2001).[24]

6.7 La nueva estructura industrial del Valle

Como resultado de los procesos referidos en las secciones anteriores, la estructura industrial del Valle del Silicio Mexicano se ha diversificado sustancialmente, llegando a presentar siete ca-

24. Como ejemplos claros de esta tendencia, en 1999 Flextronics ensambló un lote de impresoras para Hewlett-Packard Guadalajara y el PCB que las operaba fue proporcionado por NatSteel. DTM, localizado en el campus industrial de Flextronics, hacía moldes de inyección de plástico que luego eran enviados a Solectron para el ensamble de componentes. Por otra parte, una contestadoras telefónica de Philips llevaba cinco PCBs, uno proporcionado por NatSteel, dos por Flextronics, y dos más por la misma Philips la que adicionalmente hacía el ensamble final de la máquina (Información obtenida por el autor en entrevistas a ejecutivos de Flextronics y Solectron en agosto de 1998 y 1999).

tegorías de empresas que hoy caracterizan al conglomerado jalisciense. Las categorías son las siguientes:

- Empresas manufactureras de marca (OEMs)
- Empresas manufactureras regionales de marca (ROEMs)
- Empresas de manufactura electrónica por contrato (CMs)
- Fabricantes de partes y componentes metálicos y de plástico
- Distribuidores de partes, componentes y materiales auxiliares (SS)
- Empresas de logística y administración de cadenas de abastecimiento
- Empresas de diseño y desarrollo de productos
- Empresas de desarrollo de software

Las OEMs corresponden a subsidiarias de firmas multinacionales propietarias de tecnologías y marcas bien establecidas en las industrias electrónica, de cómputo y telecomunicaciones y en los mercados internacionales (e.g. IBM, Hewlett Packard, Siemens, Kodak). Las ROEMs son compañías locales fabricantes de una variedad de productos bajo sus propias marcas en las industrias eléctrica y electrónica (e.g. GPI Mexicana de Alta Tecnología y otras no referidas en la sección correspondiente). Las demás aluden a los tipos discutidos en su oportunidad.

6.8. El bache recesivo de 2001 y el escalamiento (*upgrading*) industrial del Valle

Los avances discutidos en el apartado relativo al surgimiento de actividades de diseño de software y productos y de I&D forman parte del propósito colectivo de la comunidad del Valle del Silicio Mexicano de propiciar que éste transite del centro de ensamble y manufactura que ha sido hasta ahora, al estatus de un centro de desarrollo y aplicación de alta tecnología con capaci-

dades de diseño e investigación, todo con miras a ascender en la escala de sofisticación y desarrollo productivo para dar mayor valor agregado a los productos terminados que en él se generan.

Dicho propósito ha sido planteado desde fines de los años noventa y refrendado con vigor después del bache recesivo del 2001, a resultas del cual el nivel de actividad en el Valle descendió sustancialmente reflejándose esto en el cierre de algunas de las plantas de carácter emblemático del conglomerado como NEC, Lucent/VTech, NatSteel, y Motorola/On Semiconductor, así como en el despido de miles de trabajadores por parte de la mayoría de las subsidiarias que continuaron en operación, llegándose en algunos casos a despedir hasta más de la mitad de su fuerza laboral. El descenso en el nivel agregado de empleo en Jalisco se estima llegó hasta un 15 por ciento (Hisamatsu, 2002). Un reporte reciente de la firma Merril Lynch reveló que las principales subsidiarias del Valle operan a un 50 o 60 por ciento de la capacidad instalada de sus plantas (Orihuela, 2002c).

Esos esfuerzos se han resumido en la intención de organismos del sector privado y del gobierno del estado de que la industria electrónica en Jalisco sea capaz de generar productos con la leyenda "Creado en México" en lugar de la tradicional "Hecho en México" en sus empaques. Con esto se trata de hacer explícito que se busca pasar de esquemas de producción de alto volumen y bajo valor agregado que se implementaron bajo el *boom* de las CMs, a otros de bajo volumen y alto valor agregado.

El bache recesivo fue particularmente severo en virtud de que la industria electrónica en Jalisco está compuesta prácticamente en su totalidad por empresas de capital extranjero. En el año 2000, el 99 por ciento de la inversión en esta industria era de origen extranjero, principalmente de los Estados Unidos que por sí sólo aportaba el 91 por ciento del total. Le seguían cuatro países asiáticos: Singapur, Taiwán, Japón y Hong Kong; al último se encontraban Alemania y México con 0.2 y 1.1 por ciento, respectivamente (Palacios, 2001: 34-35).

Geográficamente, la IED en la industria electrónica recibida entre 1995 y 1999 se concentró en sólo cinco de los 124 municipios de Jalisco. El área interior de la región metropolitana de Guadalajara (los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y Zapopan) captó la mitad (49 por ciento) de esos capitales, mientras que El Salto recibió el 45 por ciento por sí sólo, lo cual se explica por la presencia en ese municipio del Corredor Industrial de El Salto (Palacios, 2001).

Lo anterior establece, por consiguiente, una condición definitoria del Valle del Silicio Mexicano como un conglomerado industrial conformado por subsidiarias de empresas extranjeras cuyos corporativos les dictan las directrices principales para su operación y desarrollo. Esta condición es consistente con, y de hecho reflejo de, la forma en que se inició el conglomerado en los años sesenta del pasado siglo con la llegada de filiales de dos grandes firmas de la electrónica, Motorola y Burroughs. Por lo tanto, el éxito de las iniciativas para que deje de ser un mero centro de manufactura y ensamble y se convierta en un complejo en el que se cultive y se genere alta tecnología dependerá de la medida en que los corporativos a los que pertenecen las subsidiarias del Valle encuentren conveniente re-localizar a éste procesos, productos y operaciones más sofisticados que actualmente se desarrollan en otras de sus filiales alrededor del mundo y que involucran mayor valor agregado y requieran de capacidades y habilidades mayores para su ejecución. De hecho, la continuación misma de las subsidiarias en esta localización mexicana depende de lo que las estrategias corporativas de las compañías matriz dicten en cada coyuntura, como ha quedado claramente de manifiesto con el cierre de las que alguna vez tuvieron en operación en ella: Burroughs, Unisys, Motorola, On Semiconductor, Lucent Technologies, VTech, NEC, y NatSteel.

Por lo tanto, la reconversión o escalamiento (*upgrade*, en inglés) del Valle no parece un cometido fácil, pues hay factores que intervienen para ello que están fuera del control de autoridades y organismos privados locales. Es importante recordar, sin

embargo, que en los últimos años se han producido avances en ese sentido con la instalación en el área de centros de diseño de clase mundial como los de CDI e Intel, así como la creación de organismos de promoción y fomento como el CIPIS y el CIJALDE, lo cual si bien no da certidumbre del comienzo de un proceso sostenido de crecimiento a largo plazo en ese terreno, sí indica que se puede ascender en la escala tecnológica y productiva de manera que las empresas del Valle del Silicio Mexicano sean capaces de generar productos de más alto valor agregado y el conglomerado trascienda la condición de enclave de manufactura y ensamble que ha ostentado desde sus orígenes.

6.9. Hacia una caracterización del conglomerado

Como se documentó en las secciones precedentes, el desarrollo de la industria electrónica en la región central de Jalisco ha llegado a presentar, en diferentes etapas de su evolución, algunos rasgos que han caracterizado al Silicon Valley original en tanto modelo primario éste de referencia para caracterizar complejos industriales que utilizan tecnologías avanzadas en sus procesos de gestión y de producción alrededor del mundo. Los más distintivos de esos rasgos son la gestación de nuevas empresas dentro de las pioneras y otras en operación en el complejo por iniciativa de ex-empleados de las mismas (spin-offs); la creación de nuevas empresas por iniciativa de empresarios o ingenieros locales no ligados a las existentes, dados las economías de aglomeración y el ambiente favorable de negocios generado por el crecimiento del conglomerado (start-ups); la aparición de actividades de diseño y desarrollo de productos así como de diseño de software; el surgimiento de vinculaciones duraderas de negocios y, subsecuentemente, la formación de redes de producción entre las empresas del conglomerado; y, un crecimiento sostenido del conjunto a través de un período relativamente largo de tiempo.

No obstante lo anterior, y como también se discutió en páginas anteriores, es evidente que el caso jalisciense constituyó

desde un principio un fenómeno cualitativamente distinto respecto del que floreció en aquella mítica región suburbana ubicada al sur de San Francisco, California, ya que aquél nació en circunstancias geográficas y económicas cualitativamente diferentes y por lo tanto siguió una trayectoria distinta de la descrita por ese caso paradigmático de desarrollo exponencial y sostenido de un conglomerado de alta tecnología en una región determinada (Palacios, 1992).

Como se documentó en la primera sección de este capítulo, el complejo jalisciense fue gestado por subsidiarias de corporaciones extranjeras de marca (OEMs), las cuales fungieron al principio como dínamos del proceso y posteriormente como empresas ancla del conglomerado que se formó como resultado de su presencia, esto junto con otras OEMs que se establecieron subsecuentemente. El caso es que, desde el origen, han sido empresas extranjeras tanto las que han fungido como actores protagónicos, motores y reguladores de los procesos de expansión y contracción del Valle del Silicio Mexicano. Por ende, escala de operación y las decisiones de expansión o contracción de las plantas que lo componen han sido dictadas en última instancia por las estrategias corporativas de sus respectivas firmas matrices, las cuales a su vez están sujetas a los vaivenes de la economía internacional dada su presencia en múltiples localizaciones y mercados alrededor del mundo.

El hecho contundente, y particularmente revelador, es, a fin de cuentas, que después de más de tres décadas de desarrollo y maduración, la industria electrónica en Guadalajara no ha logrado enraizarse en la economía local de la región ni en la del estado, en la medida en que importa cuando menos el 95 por ciento de los insumos –partes, componentes, materiales, cables– que utiliza y en que la escala y contenido de sus operaciones no están conectadas a los circuitos de la economía de la región ni a los del país en los que se asientan las empresas que la componen. Esto, a su vez, es debido a que el proceso no ha logrado inducir el despegue de industrias de soporte y de redes de proveedores de ori-

gen local, no obstante los esfuerzos realizados en este sentido por organismos como CANIETI a través de CADELEC (Cadena Productiva de la Electrónica), creado por esta cámara para ese último propósito.

Por todo ello, lo que también debe destacarse es que después de cerca de siete lustros, el Valle del Silicio Mexicano es aún un conglomerado industrial predominantemente inconexo y desarticulado, en la medida en que todavía consiste, en su mayoría, en una aglomeración de plantas que no han logrado establecer vínculos productivos sólidos y duraderos entre sí mismas ni con el entorno productivo de la región y el país en los que operan.

7. ¿Zona de procesamiento de exportaciones, distrito industrial, tecnopolo, o cluster?

A partir de lo anterior, es pertinente preguntarse a qué tipo de formación industrial ha correspondido hasta ahora el Valle del Silicio Mexicano, según las que se han tipificado mediante algunos de los conceptos más usados para caracterizar conglomerados industriales en diferentes partes del mundo.

En un trabajo anterior (Wilson y Palacios, 1988), el autor de este capítulo argumentó que el caso jalisciense se ajustaba en principio a la figura de las llamadas zonas de procesamiento industrial para la exportación (EPZs, siglas en inglés) elaborada por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial en los años setenta del siglo pasado y criticada por Fröbel et al. (1981).

Llamadas también zonas francas de fabricación para la exportación y zonas libres industriales, las EPZs tienen variantes como las zonas económicas especiales (SEZs) y las zonas de desarrollo económico y tecnológico (ETDZs) en China, así como las Unidades Orientadas a la Exportación (EOUs), en la India (Gupta, 1996). En todo caso, las EPZs son, básicamente, complejos industriales conformados por plantas ensambladoras que realizan procesos intensivos en mano de obra y destinan toda su

producción a mercados de exportación, por lo que funcionan como meros enclaves al estar su operación conjunta prácticamente desvinculada del entorno productivo local. Un ejemplo de EPZ cercano a Guadalajara es la capital del estado de Penang, en Malasia, conocida como el Silicon Valley of the East (Valle del Silicio del Este), en donde operan numerosas plantas filiales de las compañías multinacionales más grandes del mundo en industrias de alta tecnología como la electrónica, la computación, la automotriz y las telecomunicaciones (Palacios, 1995).

Empero, dadas las incipientes vinculaciones productivas y de negocios que ya se habían establecido para entonces entre las empresas que lo componen, el autor concluyó en el mismo trabajo (Wilson y Palacios, 1988) que el Valle del Silicio Mexicano se podía caracterizar más bien como lo que él mismo llamó un conglomerado industrial orientado a la exportación, concepto que resultó similar al de complejos territoriales localizados (*localized territorial complexes*) que Scott (1987) había formulado el año anterior.

Más recientemente, sin embargo, han entrado en circulación otros conceptos que contemplan igualmente elementos que han estado, y aún están, presentes en el caso de Guadalajara, México. Uno es el de distrito industrial, el cual fue originalmente acuñado y documentado por el economista inglés Alfred Marshall a finales del siglo XIX, y se refiere a comarcas o regiones en las que se localizaba una población de plantas que fabricaban un producto o grupo de productos comunes, y por lo tanto estaban vinculadas entre sí a través de transacciones de intercambio mercantil de insumos o productos intermedios. El concepto fue retomado por una diversidad de autores en los últimos lustros del siglo XX (e. g. UNCTAD, 1992), y ha sido usado en numerosos estudios sobre este tipo de formaciones industriales.

Otro es el de tecnopolo, formalizado y difundido por Manuel Castells y Peter Hall, el cual pretende ser más comprehensivo y genérico, y por lo tanto capaz de caracterizar a todos los complejos industriales y tecnológicos de mayor importancia en el mundo como Silicon Valley y la Ruta 128 en los Estados Uni-

dos, Sofia-Antipolis en Francia, Tsukuba y Kansai en Japón, y Taedok en Corea del Sur, así como tecno-ciudades como Cartuja en España y Adelaide en Australia (Castells y Hall, 1994).

El tercero es el concepto de conglomerado (*cluster*), formulado y popularizado por el gurú estadounidense de la competitividad y la productividad Michael Porter (1990), el cual, como el de tecnopolo, aspira a ser igualmente abarcador.[25] Porter parte de que las industrias competitivas en un país no están distribuidas uniformemente en la economía nacional, sino que se agrupan en conglomerados (*clusters*) vinculados a través de relaciones verticales (compradores/proveedores) u horizontales (clientes comunes, tecnologías, canales de distribución). Los conglomerados pueden tener un carácter meramente sectorial –como los *keiretsu* japoneses o los formados en Suecia en torno a la industria forestal– o bien geográfico, en los casos en que las industrias involucradas se concentran en determinadas localidades o regiones. Según Porter, una vez que se forma un conglomerado, todas las industrias o empresas que lo integran se apoyarán mutuamente entre sí, de modo que el conjunto no será la suma de sus partes sino que adquirirá una tendencia natural a expandirse en la medida en que una industria competitiva generará otras. Cuando todo el conglomerado se concentra en una localidad o región dentro de un país, la proximidad geográfica propiciará eficiencia y especialización en sus empresas integrantes, así como encadenamientos hacia atrás y hacia delante y vinculaciones horizontales inter-firma o inter-industriales dentro del conjunto.

De todos los discutidos, los conceptos de distrito industrial y *cluster* han sido los más usados por analistas y académicos de todas las latitudes como referencia analítica para el estudio de aglomeraciones industriales que se asientan en regiones o localidades determinadas. Empero, dado que el caso de Guadalajara

25. Esta pretensión es favorecida por el hecho de que el término inglés de *cluster* tiene un significado marcadamente genérico en el sentido de que denota un conjunto cualquiera de personas u objetos que se encuentran, se mueven o crecen juntos. Véase por ejemplo el *Oxford Dictionary of Current English*. Oxford University Press, 1996.

también comporta rasgos de los otros discutidos en párrafos precedentes, la pregunta sigue vigente en cuanto a cuál es el que puede describir mejor el caso del complejo de la electrónica asentado en la región central de Jalisco, en México.

Para ello es menester señalar que, si bien cada uno destaca ciertos rasgos particulares de los complejos a los que aluden, el hecho es que los conceptos descritos ostentan semejanzas y elementos comunes, y por lo tanto se traslapan: un distrito industrial es a la vez un *cluster* y viceversa, igualmente, un tecnopolo es un distrito industrial y viceversa y ambos son una forma de *clusters*, todo lo cual se refleja en que con frecuencia los tres son usados indistintamente para designar a una misma formación industrial, como ocurre con Silicon Valley. Adicionalmente, los tres comparten el rasgo común de que se refieren a fenómenos que se desarrollaron de manera más o menos espontánea. Por consiguiente, el uso de uno u otro dependerá más bien de los objetivos del análisis en cuestión y/o de los elementos o aspectos que se busque enfatizar en cada caso.

Por su parte, las EPZs son a su vez una variante singular de *cluster*, si bien hacen referencia a enclaves creados por diseño y por conveniencia estratégica para alcanzar objetivos de políticas impulsadas por estados que buscan una industrialización rápida sin las complicaciones y los largos períodos que entraña un proceso endógeno y nativo de diversificación productiva hacia el sector secundario de la economía nacional. Los resultados podrán ser más inmediatos siguiendo la vía de las EPZs, pero a costa de sustentar el proceso en enclaves industriales que no llegan a echar raíces en las regiones en las que se asientan, como lo ha ilustrado el caso del complejo de la electrónica en Guadalajara. No obstante, puede decirse que el Valle del Silicio Mexicano se ajusta más al concepto de conglomerado industrial orientado a la exportación que al de EPZ, como se refrendó en Palacios (1997).

En su acepción moderna, un distrito industrial es básicamente un conjunto de pequeñas y medianas empresas que generan un grupo de productos interrelacionados en una localidad

dada a través de relaciones de competencia y cooperación. Es también "una red localizada de productores vinculados por una división social del trabajo, en necesaria asociación con un mercado laboral en el ámbito local" (Scott, 1992; Nadvi, 1992).

Un factor crítico para que un distrito industrial se desarrolle es la generación de economías de escala y de alcance, las cuales permitan a sus empresas constituyentes beneficiarse de los productos y operaciones de otras empresas en el distrito. Todas sus empresas estarán así conectadas por una variedad de vinculaciones hacia atrás y hacia delante en el proceso productivo, que con el tiempo darán lugar al surgimiento de un entramado de redes de producción que serán el andamiaje sobre el que se sustentará el desarrollo del complejo como un todo. Algunas de esas empresas también estarán conectadas a redes más amplias que se extienden a través de fronteras nacionales a escala continental y global, encabezadas por las corporaciones multinacionales más grandes del complejo (Palacios, 2001).

Desde esa perspectiva, es evidente que el Valle del Silicio Mexicano presenta rasgos de un distrito industrial, si bien la condición crítica relativa al tamaño de sus empresas –que deben ser pequeñas y medianas–, no se cumple. Sin embargo, como se vio antes, en los últimos años se ha producido una incipiente interacción y una creciente complementariedad entre las plantas que componen al conglomerado jalisciense, especialmente entre OEMs y CMs. Esto puede entenderse como una primicia de la puesta en marcha de un proceso de creación de vinculaciones productivas más extensas que pueden conducir a la formación de redes de producción y negocios más durables, las cuales son un elemento vital para la gestación y desarrollo de distritos o *clusters* industriales, así como de complejos de alta tecnología en general en cualquier lugar del mundo.

En abono de lo anterior, se puede mencionar la incorporación al Valle del Silicio Mexicano de empresas de logística y administración integrada de cadenas de abastecimiento en los últimos años, así como de empresas en industrias de soporte proveedoras de partes y componentes. Asimismo, las subsidiarias de las más grandes firmas multinacionales de manufactura por contrato que arribaron a la región en los últimos años han atraído proveedores de los principales insumos (partes y componentes) y servicios que requieren, lo cual ha contribuido a su vez al tanto surgimiento de redes locales de producción como a la diversificación industrial del conglomerado como un todo. Más aún, es posible que esas CMs atraigan más OEMs extranjeras en el futuro cercano, lo cual se refuerza a medida que crece la masa crítica de servicios, productos e infraestructura que ofrece Guadalajara, con lo que la ciudad y su región están viendo potenciados sus ventajas y atractivos naturales de localización, todo lo cual indica que el proceso está empezando a adquirir una dinámica propia que con el tiempo lo puede hacer auto-sostenido.

Sobre la base de lo anterior, puede concluirse que Guadalajara posee los ingredientes críticos que se requieren para convertirse en un *cluster* y con ello aspirar a que se produzcan en su seno la dinámica y los beneficios que caracterizan a dichas formaciones, de acuerdo con la conceptualización que al respecto formuló Porter (1990). Sin embargo, dados los traslapes antes referidos, ese *cluster* no sería otra cosa que una variante de distrito industrial cuyo rasgo distintivo sería el de incluir empresas de todos los tamaños, sobre todo de gran tamaño, y el cual se especializaría en manufactura y diseño de alta tecnología en las industrias electrónica, de cómputo y de telecomunicaciones. Esto va a depender de la medida en que surjan proveedores y socios locales y se desarrollen vínculos productivos duraderos entre las empresas que lo conforman. Sólo así se podrá aspirar a que trascienda definitivamente la condición de enclave y se convierta en un complejo industrial más articulado y enraizado en los circuitos económicos de la región.

La aparición de empresas y de actividades –dentro de algunas existentes– de diseño, software e I&D en los últimos años, da pie para crear expectativas de que el conglomerado jalisciense puede reconvertirse en el sentido de ascender en la escala de la productividad y la diversificación, y transformarse en un cen-

tro no sólo de uso sino también de generación de la tecnología que sus operaciones requieran, en una trayectoria de desarrollo similar a la que han seguido complejos de vanguardia como Silicon Valley o su símil estadounidense más cercano, la Ruta 128 en Massachussets (Palacios, 1992).

8. Elementos de una estrategia de desarrollo

Para lograr todo lo anterior, se requiere emprender acciones encaminadas a la formación de empresarios locales que se conviertan en proveedores, socios y, finalmente, competidores de las subsidiarias extranjeras que predominan en el Valle del Silicio Mexicano. Para ello es menester valorar la presencia y operación de dichas subsidiarias en las que ingenieros y administradores jaliscienses han aprendido, y siguen aprendiendo, rutinas de trabajo y formas de gestión modernas, y han adquirido, y siguen adquiriendo, habilidades técnicas, el dominio de tecnologías de vanguardia, y conocimientos clave sobre el negocio de la electrónica en general.

Todo ello debe capitalizarse para propiciar el desarrollo de una cultura industrial y empresarial en Jalisco que permita superar las inhibiciones, reservas y temores que han mostrado los inversionistas del estado –y del país– a entrar a ese negocio y encontrar nichos en los que puedan desarrollar nuevas empresas locales como ex-empleados de las extranjeras o nuevos interesados. De esta manera se logrará concretar la formación de empresarios locales conocedores y promotores de esa industria que vean más allá de las actividades a las que tradicionalmente se han dedicado, y sean capaces de poner en marcha un proceso vigoroso y sostenido de creación de spin-offs y start-ups que a su vez hará posible el desarrollo de redes de proveedores, de socios y de competidores locales vinculados entre sí a través de relaciones de cooperación, complementación y competencia.

Sólo de esa manera se podrá aspirar a que el llamado Valle del Silicio Mexicano se convierta en el *cluster* à là Porter –o distrito industrial *sui generis* –que aquí se ha argumentado puede

formarse en la región central de Jalisco sobre la base del enclave industrial *(EPZ cum* conglomerado industrial orientado a la exportación) que ha sido.

Pero, a fin de cuentas, lo relevante no es hacer que el caso de Guadalajara encaje en alguno de los conceptos discutidos, sino valorar el potencial que encierra y que es preciso potenciar y aprovechar, y, por otro lado, destacar la necesidad de concebirlo no como una abstracción sectorial sino como un conjunto de actividades productivas concretas asentadas en una región que ostenta una compleja economía de la que éstas deberán formar parte integral como condición para el desarrollo sostenido del conjunto en el futuro previsible.

Referencias

Bárcenas, Arturo (2000) "Viene Titán a Guadalajara". *Mural*, marzo 13.

Barros, José (2000) "De fábrica de manufactura a centro de desarrollo". *Mural*, noviembre 27.

Barros, José (2001) "Instalan aquí centro de diseño". *Mural*, abril 02.

CADELEC/ITESM (2000) Resultados de los Talleres del Día del Proveedor de la Industria Electrónica de Jalisco.. Cadena Productiva de la Electrónica e ITESM Campus Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.

Castells, Manuel y Peter Hall (1994) *Technopoles of the World. The Making of 21st Century Industrial Complexes*. Londres: Routledge.

Cortés, Guillermo (2001) "Arranca operaciones el Cipis en Jalisco". *Mural*, febrero 17.

Curiel, Raúl (2001) "Instala planta Modus Media". *Mural*, febrero 22.

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer y Juan J. Palacios (1999) "Impacts of economic integration on the computer sector in Mexico and the United States". Reporte de resultados del proyecto del mismo nombre llevado a cabo con financiamiento del UC MEXUS-CONACYT Collaborative Grants Program; escrito en co-autoría

con Kenneth L. Kraemer y Jason Dedrick de la Universidad de California en Irvine.

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer y Juan J. Palacios (2001) "Impacts of liberalization and economic integration on Mexico's computer sector". *The Information Society*, Vol. 17, No. 2, pp. 119-132.

Dedrick, Jason, Kenneth Kraemer, Juan J. Palacios, Paulo Bastos Tigre y Antonio Jose Junqueira Botelho (2001) "Economic liberalization and the computer industry: Comparing outcomes in Brazil and Mexico". *World Development*, Vol. 29, No. 7, pp. 1199-1214.

Dussel Peters, Enrique (1998) "La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa", *Desarrollo Productivo 55*, pp. 1-65

Dussel Peters, Enrique y Ruiz Durán, Clemente (2000) "North American Integration and Development: the computer industry", en el reporte *"North American Integration and Development: Trasnational Research on Industrial and Employment Restructuring"*. The Ford Foundation.

El Informador (1999) "ASCI: historia de investigación y éxito en la informática de Jalisco". *El Informador*, marzo 15.

Ernst, Dieter (1997) "From partial to systemic globalization: international production networks in the electronics industry". *Working Paper # 98*, Berkeley Roundtable on the International Economy. University of California at Berkeley.

Fröbel, Folker, Jürgen Heinrichs y Otto Kreye (1981) *La Nueva División Internacional del Trabajo*. México: Siglo XXI Editores.

Gupta, S. P., [Ed.] (1996) *China's Economic Reforms. Role of Special Economic Zones and Economic and Technological Development Zones*. Nueva Delhi: Allied Publishers, Ltd.

Hisamatsu, Yoshiaki (2002) "Memo on the Electronics Cluster in Guadalajara". Manuscrito inédito. Department of Advanced International and Social Studies, University of Tokyo.

Jiménez, Roberto (2000a) "Inauguran planta de Pemstar". *Mural*, abril 07.

Jiménez, Roberto (2000b) "Comienza YCH la construcción de sus oficinas". *Mural*, agosto 11.

López Villegas, Guillermo (2000) "Crece Valle de Silicio Mexicano: abren planta electromecánica". *Mural*, junio 26.

López Villegas, Guillermo (2002) "Recibe ITESO laboratorio". *Mural*, febrero 18.

Nadvi, Khalid (1992) "Industrial districts experiences in developing countries". Pp. 191-255 in UNCTAD, *Technological Dynamism in Industrial Districts: An Alternative Approach to Industrialization in Developing Countries*. New York: United Nations Organization.

Orihuela, Gabriel (2000a) "Lo Dan West inaugura planta". *Mural*, febrero 10.

Orihuela, Gabriel (2000b) "Compra Multek a tapatía Cumex". *Mural*, junio 20

Orihuela, Gabriel (2000c) "Crece iLogistics en sus áreas de producción". *Mural*, septiembre 2.

Orihuela, Gabriel (2000d) "Espera Siemens incremento de 17 por ciento de sus ventas". *Mural*, septiembre 8.

Orihuela, Gabriel (2001) "Hará Flextronics copiadoras Xerox". *Mural*, octubre 02).

Orihuela, Gabriel y José Barros (2001) "Se unen Sanmina y SCI Systems". *Mural*, julio 17.

Orihuela, Gabriel (2002a) "Llega Newark a Guadalajara". *Mural*, mayo 10.

Orihuela, Gabriel (2002b) "Inauguran en Kervo instalaciones". *Mural*, mayo 25.

Orihuela, Gabriel (2002c) "Ven lejos recuperación de la industria electrónica". *Mural*, julio 25.

Orihuela, Gabriel (2002d) "Pelea Jalisco crear diseños". *Mural*, agosto 05.

Orihuela, Gabriel (2002e) "Trasladan operación a El Salto". *Mural*, Agosto 16.

Palacios L., Juan José (1990) "Maquiladoras, reorganización productiva y desarrollo regional: el caso de Guadalajara". Pp. 459-488 en Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez (Comps.), *Subcontratación y Empresas Transnacionales. Aper-*

tura y Reestructuración en la Maquiladora. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte y la Fundación Friedrich Ebert.

Palacios L., Juan José (1992) "Guadalajara: Valle del Silicio Mexicano?". *Tiempos de Ciencia* 27: 7-17.

Palacios, Juan J. (1995) "Multinational corporations and technology transfer in Penang and Guadalajara". Pp. 153-186 en Edward K. Y. Chen y Peter Drysdale (Eds.) *Corporate Links and Foreign Direct Investment in Asia and the Pacific*. Pymble, New South Wales: Harper Educational.

Palacios L., Juan José (1997) *Industrialización y Desarrollo Regional en Jalisco. Por una Política Estatal de Planeación*. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara.

Palacios, Juan J. (2001) *Production Networks and Industrial Clustering in Developing Regions. Electronics Manufacturing in Guadalajara, México*. Guadalajara: Editorial de la Universidad de Guadalajara.

Porter, Michael E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations. With a New Introduction*. Nueva York: The Free Press.

Rivera Vargas, María Isabel (1998). *Technology transfer via university-industry relationship: The case of the foreign high technology electronic industry in México's Silicon Valley*. Library of Congress United States Copyright Office Registration Number TX5-119-101.

Scott, Allen J. (1987) "The semiconductor industry in South East Asia". *Regional Studies* 21: 143-160.

Scott, Allen J. (1992) "The role of large producers in industrial districts: a case study of high technology systems houses in southern California". *Regional Studies* 26: 265-275.

SEPROE (2000) *Jalisco y sus Sectores Estratégicos: Una Visión de su Presente y su Futuro*. Guadalajara: Secretaría de Promoción Económica, Gobierno del Estado de Jalisco

UNCTAD (1992) *Technological Dynamism in Industrial Districts: An Alternative Approach to Industrialization in Developing Countries*. Nueva York: Conferencia de Comercio y Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas.

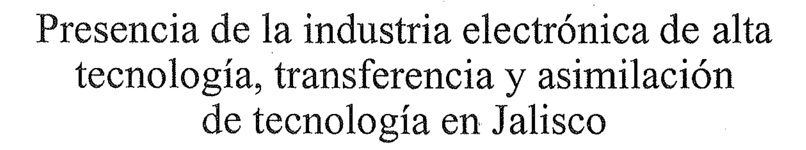
UNCTAD (1993) *World Investment Report. Transnational Corporations and Integrated International Production*. Nueva York: United Nations Conference of Trade and Development, Programme on Transnational Corporations.

Vela del Bosque, Humberto (2001) "¿Otro Silicon Valley?" *Mural*, febrero 26.

Velazco, Jorge (1999) "Firman contrato por 30 mdd Philips y Redwood Systems". *El Informador*, febrero 22.

Velazco, Jorge (2002) "Cierra planta en junio On Semiconductor". *Mural*, mayo 06.

Wilson, Patricia y Juan J. Palacios (1988) "The development of the maquiladora industry and local economic linkages in the interior: the case of Guadalajara". Reporte de resultados del proyecto del mismo nombre financiado por la Commission for the Study of International Migration and Cooperative Economic Development Washington, D. C., Gobierno de los Estados Unidos.



Presencia de la industria electrónica de alta tecnología, transferencia y asimilación de tecnología en Jalisco

María Isabel Rivera Vargas

Introducción

Dentro del contexto de globalización y de competencia en el mercado internacional basada en la innovación y la capacidad científico-tecnológica, países como México, que tradicionalmente no han sido productores de tecnología, no tienen otra opción más que importarla. Así, los países que tienen que importar productos de alta tecnología (en bienes de capital y en bienes de consumo) experimentan un deterioro en su balanza de pagos en la misma proporción en que se ven forzados a importar y no son capaces de exportar productos con alto valor agregado. Lo anterior, por supuesto, limita su capacidad para industrializarse y desarrollarse. Para superar estos obstáculos, México modificó su estrategia de industrialización y diseñó políticas dirigidas a atraer inversión extranjera directa (IED) especialmente en la industria de la microelectrónica y la computación, esperando así obtener tecnología y capital (OECD, 1990). Ante la falta de una evaluación sistemática y completa de los resultados de esta política, este capítulo es dedicado a analizar la transferencia y asimilación de tecnología ocurrida, el grado de capacidad transferida, los niveles de madurez de la tecnología transferida y los canales de transferencia utilizados a través de la relación entre las universidades de la región y la in-

dustria electrónica de alta tecnología con operaciones en Guadalajara entre 1995 y 1999. Para ello, en un primer apartado se esbozaran algunos antecedentes sobre la instalación de esta industria en Guadalajara, sus condiciones de operación y algunos de los últimos acontecimientos en la industria electrónica. En el segundo apartado, se analiza la transferencia y asimilación de tecnología desde el punto de vista conceptual, y de los fundamentos empíricos y metodológicos para analizarla a través de la relación universidad-industria. En el tercer apartado se analizan los mecanismos informales de transferencia tecnológica activados y su impacto en la región. El cuarto apartado describe las tecnologías transferidas y los canales utilizados. En el quinto apartado se analiza el grado de capacidad transmitida y en el sexto se reporta sobre el nivel de madurez de la tecnología trasmitida. Finalmente, se presenta un breve análisis y después de señalarse algunas posibles causas que explican la escasa transferencia tecnológica se concluye con algunas sugerencias para la elaboración de políticas y estrategias que incidan en la optimización y reorientación del proceso de aprendizaje tecnológico.

I. Antecedentes, fundamento y riesgo de la estrategia

Aunque desde los 60's grandes corporaciones reconocidas internacionalmente como innovadoras de clase mundial, entre ellas IBM, Siemens, Kodak y Motorola, se instalaron en los corredores industriales de Guadalajara, fue básicamente en respuesta al cambio en la política de industrialización, –materializada en la autorización a IBM de establecerse como total propietaria–, que, de manera más notoria, comenzó a crecer lo que hoy se conoce como el cluster de la electrónica de Jalisco. Durante la primera mitad de la década de los 80's Guadalajara recibió otras de esas importantes corporaciones, entre ellas Hewlett Packard, las cuales establecieron operaciones bajo los mismos incentivos y condiciones otorgadas a IBM. Mediante el ofrecimiento de exención de impuestos y una serie de incentivos, el gobierno mexicano lo-

graba su objetivo de atraer IED; y demandaba, a través de las condiciones impuestas a empresas multinacionales (EMNs), incrementar la exportación, transferir tecnología, establecer relaciones con las universidades mexicanas y entrenar proveedores endógenos (OECD, 1990; Whiting, 1992).

Las expectativas de transferencia tecnológica se fundan por un lado, en el conocimiento de que las corporaciones multinacionales son las grandes propietarias de alta tecnología (Pavitt, 1985; Rosenberg & Frischtak, 1985; Stewart en Singer, 1988; Shumpeter, 1928); y por el otro, en la afirmación bastante generalizada de que las EMNs juegan un papel importante en la transferencia internacional de tecnología (Mansfield et al, 1982: Robinson, 1988; Singh, 1983; Safarian y Bertin, 1987). A todo lo anterior, se suma la exitosa experiencia de los países asiáticos, donde de acuerdo a varios autores, las EMNs han transferido tecnología, capacidades gerenciales y mercados (ver Westphal, Kim y Dahlman en Rosenberg y Frischtak, 1985).

No obstante lo anterior, algunos autores han expresado algunos peligros asociados con ésa nueva estrategia de industrialización y fomento de las exportaciones, como la elegida por México (Rodríguez Clare, 1996; Wilson, 1996). Al respecto, Patricia Wilson señala que el riesgo reside en la posibilidad de que, muy por el contrario de lo esperado, el resultado podría ser la creación de un enclave de manufactura extranjera orientado a las exportaciones, aislado, y con una integración mínima de partes producidas nacionalmente, y consecuentemente, sin una significante transferencia de tecnología. Por su parte, Rodríguez-Clare (1996) después de explorar los efectos de vínculos con las EMNs y sus efectos positivos, va más allá, asociando la falta de vínculos y la consecuente formación de economía de enclave con posibles daños a la economía en desarrollo. Al analizar el caso de la industria maquiladora de México, Wilson (1996) encontró muy escasos vínculos con la industria endógena y declara que esta relación es extremadamente frágil. Sin embargo, Wilson descubrió que las maquiladoras localizadas en el in-

terior del país registraban niveles más altos de valor agregado comparados con el nivel nacional, pero no obstante que ella estaba hablando precisamente de Jalisco, para 1994 el valor agregado en la industria electrónica de esta entidad únicamente alcanzaba el 4%, que comparado con estándares internacionales[1] es extremadamente bajo.

Estos resultados siembran escepticismo sobre el éxito de la nueva estrategia de industrialización establecida en el país desde 1985. Si bien ha quedado demostrado el importante papel que la industria electrónica juega en Jalisco en el incremento de las exportaciones[2], en la creación de empleos, y en el porcentaje de capital extranjero que ésta representa, –la cual para el año 2000 había alcanzado el 40% de la IED en el estado–, la obtención de tecnología no es tan obvia, y por tanto, requiere de un análisis más profundo. Algunas preguntas que surgen, son las siguientes: ¿Es realista esperar la transferencia de tecnología de punta en microelectrónica? ¿Tienen los diseñadores de políticas en México muy infladas expectativas, y únicamente son parte del grupo de los observadores entusiastas a quienes Singhal y Rogers se refieren?

> *Algunos observadores entusiastas afirman que la microelectrónica potencialmente representa el tipo de industria que puede permitir a las naciones del Tercer Mundo saltarse la era industrial para convertirse en sociedades de la información* (en Williams & Gibson, 1990 p. 241, traducción del autor).

Para complicar todavía más el panorama, la recesión económica que esta ocurriendo en Estados Unidos –principal destino para los productos exportados por la industria electrónica de Jalisco- ha afectado grandemente esta industria, disminuyendo de manera considerable sus exportaciones, el empleo que proporciona, y su participación en el porcentaje de inversión extranjera directa

1. El porcentaje de contenido nacional de algunos países asiáticos como Singapur, Corea y Taiwán es de 42%, 33%, y 27% en 1979, 1977, y 1978, respectivamente.
2. Aunque por supuesto, esto conlleva el incremento en las importaciones y muy frecuentemente desequilibrios en la balanza de pagos.

en el estado. Durante el 2001 este sector experimentó un decremento de 6.86% en sus exportaciones con respecto al año anterior, las cuales se vieron disminuidas a 9,500 millones de dólares. En consecuencia, su planta laboral se contrajo aproximadamente a 78,000 empleados, lo que significó la perdida de 12,000 empleos con respecto al total alcanzado en el 2000. El descenso en los capitales extranjeros relacionados con esta industria, es del 47.5%, ya que del 40% en el 2000, pasó a representar únicamente el 19% en el 2001. Ante la disminución de las exportaciones entre el 2001 y lo que va del 2002, cinco grandes empresas cerraron sus plantas en Jalisco y trasladaron sus operaciones a algunos países asiáticos, como Malasia y China en busca de disminuir costos de mano de obra y de obtener mayor apoyo, según señalaron estas empresas. De acuerdo con el ex presidente de la Cámara de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (CANIETI) de Occidente, Ing. Jaime Reyes Robles, las perspectivas no son muy optimistas. Reyes Robles declaró que aunque se espera un ligero incremento en las exportaciones de cerca de 475 millones de dólares más que en 2001 (Público, 31 de enero, 2002), cifra que todavía se sitúa por debajo del valor de los 11,000 millones de dólares en el 2000, se estima una nueva disminución de aproximadamente 8,000 empleos para fines del 2002.

Ante esta situación crítica, la industria electrónica de Jalisco ha considerado necesario repensar las funciones con las que se ha integrado en la región y propone moverse hacia un segmento de mayor valor agregado –del ensamble y la manufactura al desarrollo de nuevos productos–. A decir de los lideres de esta industria en Jalisco, una de las metas establecidas para mantener a la región como un jugador importante y competitivo dentro de la estructura global de la electrónica, es la fabricación de productos con mayor valor agregado, como por ejemplo la elaboración de software. Lo antes dicho se ilustra con una declaración textual en el discurso de toma de posesión del nuevo presidente de la CANIETI región occidente:

Para esto debemos pasar de ser manufactureros a creadores y desarrolladores....para lograr el reconocimiento del liderazgo que tenemos en la parte de la transformación en tecnología y manufactura (Goddard Z. Febrero, 2002 en Público, 14 de Abril, 2002 p.8).

Ante este contexto, se complican aún más las preguntas iniciales, especialmente si incluimos en el análisis la posición internacional de la industria electrónica establecida en Jalisco, misma que Dussel Peters (1999) explica claramente cuando señala que la electrónica es parte de un encadenamiento mercantil global muy segmentado y que Jalisco se ha insertado especializándose en el subensamble, y por tanto, en el segmento de menor valor agregado. El cuestionamiento tiene que ver no solo con la factibilidad de estas nuevas propuestas y la dimensión del reto para Jalisco, sino también, y de manera más específica y central, tiene que ver con el realismo de las expectativas creadas por la nueva estrategia de industrialización de obtener tecnología de punta en microelectrónica. Ya que, como bien lo señala el mismo Dussel Peters (1999), la segmentación en eslabones de valor agregado en el proceso productivo de bienes y servicios es particularmente significativa, no únicamente para el valor agregado, sino también lo es en el uso y desarrollo de tecnologías y procesos, en la generación de empleos, en formas de subcontratación y, en general, en el proceso de aprendizaje que se desarrolla en los respectivos espacios regionales y locales. No obstante lo anterior, no todo es subensamble en Guadalajara, si bien algunas de estas empresas todavía se encuentran únicamente ensamblando y/o manufacturando, otras, aunque en número reducido, han agregado algunas funciones de diseño. De acuerdo con Castillo (1992), Palacios (1994) y Wilson (1996), para 1989 Hewlett Packard ya había establecido la primera unidad de investigación y desarrollo (I&D) con aproximadamente 15 ingenieros locales. Este departamento de investigación corporativa ha logrado patentes de reconocimiento internacional, de acuerdo con las declaraciones de un ejecutivo de la misma (Palacios, 1994; Rivera, 2002). Para 1997, cinco de aproximadamente 60 empresas de la electrónica declararon tener un laboratorio de investigación y dos de ellas contaban con 17 patentes de

reconocimiento internacional (Rivera, 2002). De acuerdo con el mismo estudio, las tres empresas con I&D que no declararon patentes, si señalaron la realización de diseño y pequeñas modificaciones a procesos y productos. Asimismo, para 1998 el número de empresas operando en Guadalajara con unidades de I&D eran 7, y a partir del 2000 son 8 las empresas multinacionales de la electrónica que realizan diseño e investigación en Guadalajara. La última de estas empresas es INTEL, la cual se instaló en Guadalajara en el 2000 con la función única de diseño electrónico. Al instalarse, INTEL compró la empresa mexicana TDCOM especializada en diseño electrónico ASIC y creada en 1998 por el Centro de Tecnología en Semiconductores (CTS) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Recientemente, INTEL declaró que invertirá 500,000 US dólares en equipo de punta para apoyar un programa que tiene como objetivo formar 500 profesionales especialistas en diseño de semiconductores que esta planeando y organizando el CINVESTAV en coordinación con el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL). Todo lo anterior con el apoyo del Gobierno del estado de Jalisco, quien financiará la capacitación de estos profesionales (comunicación personal con el Director del CINVESTAV, 4 de Junio, 2002). Asimismo, INTEL declaró que esta planeando invertir entre uno y cuatro millones de dólares para apoyar el Programa de Creación de Emprendedores Tecnológicos, cuyo objetivo es consolidar a 30 empresarios en dos años. Por otro lado, existen otras empresas multinacionales, que aún sin operaciones en Jalisco, contratan funciones de diseño electrónico con esta institución mexicana de educación superior (CINVESTAV) instalada en Guadalajara, la mayoría son empresas de la electrónica establecidas en Estados Unidos, pero otras se encuentran instaladas en Europa. Lo anteriormente expuesto, aunque todavía de manera limitada, indica la existencia de un pequeño espacio a explorar más allá de la manufactura y el ensamble, funciones a las que la región ha estado limitada hasta ahora, al menos dentro de los planes de producción global de la mayoría de las multinacionales de la electrónica, que como sabemos,

son diseñados y decididos en las empresas matrices. Por lo anterior, este trabajo se centra en analizar la transferencia y asimilación de tecnología ocurrida, el grado de capacidad trasmitida, sus niveles de madurez y los canales de transferencia utilizados a través de la relación entre las universidades de la región y la industria electrónica de alta tecnología con operaciones en Guadalajara entre 1995 y 1999, que como sabemos es la época de mayor auge de esta industria en la región.

II.Transferencia y asimilación de tecnológica

La transferencia de tecnología ha sido tradicionalmente conceptualizada como la venta o contratación de tecnología a través de alguno de los mecanismos formales o instrumentos legales comúnmente utilizados como licencias, patentes, consultorías, servicios técnicos, etc. Sin embargo, varios autores han señalado el gran número de restricciones[3] y limitaciones impuestas a través de estipulaciones en los contratos firmados por los países, instituciones, organismos y compañías que adquieren tecnología a través de estos mecanismos formales. En consecuencia, este documento excluye estos mecanismos formales o transacciones comerciales y define como transferencia de tecnología solamente la transferencia o derramamiento que, de acuerdo con la literatura, ocurre como resultado de las operaciones de EMNs en países extranjeros. Estos derramamientos han sido identificados por varios autores como mecanismos informales, quienes los han caracterizado como aquellos de mayor impacto en los países en vías de desarrollo, a saber: *a) El entrenamiento y rotación de empleados, b) Ingeniería de reversa, c) Contactos personales, d) Grupos de estudio entre los académicos y el personal de las EMNs, e) Fuga involuntaria de información técnica y f) Entrenamiento de*

3. Para mayor información sobre estas restricciones ver Robinson (1988). The international transfer of technology: Theory, issues and practice. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company, pp. 74-76

proveedores locales (Bonin, 1972; Robinson, 1988; Stewart y Nihei, 1987; United Nations, 1977; Kim,1980; Larsen, Wigand y Rogers, 1987 en R. Wigand en F. Williams y D. Gibson, 1990).

La transferencia tecnológica entre la universidad y la industria en términos generales se refiere al movimiento y aplicación de conocimiento incorporado y desincorporado. Aunque este proceso puede ser considerado bilateral o en ambos sentidos, este estudio se enfoca particularmente en la transferencia unilateral de tecnología de las empresas multinacionales de la electrónica a las instituciones de educación superior y empresas u organismos endógenos. Asimismo, considera como objeto de transferencia lo siguiente: maquinaria, equipo, software, formulas, descripciones de procesos, información técnica, resultados de investigación, diseño de procesos y de productos, y conocimiento gerencial, administrativo y de mercado.

La transferencia tecnológica en el Valle del Silicio Mexicano fue objeto de un estudio empírico previo[4] fundamentado en la cada vez más frecuente afirmación de que las relaciones y vínculos de cooperación entre la universidad y la industria son un importante contexto de transferencia tecnológica (Robinson, 1988; Stewart y Gibson, 1990; Wigand, 1990 en Williams y Gibson, 1990). El estudio de referencia analizó la ocurrencia de los mecanismos informales de transferencia tecnológica dentro del ámbito de las relaciones de cooperación universidad-industria entre 1997 y 1999. La muestra incluyó personal del sector académico, industrial y gubernamental. Del sector académico, fueron incluidas como unidades de análisis todas las instituciones de educación superior, públicas y privadas que tienen autorización gubernamental, reconocen la investigación como una de sus funciones sustantivas y tienen departamentos de ingeniería en las áreas del conocimiento demandadas por la industria electrónica. Del sector industrial, todas las corporaciones reconocidas

4. Rivera V. M. I. (2002). Technology Transfer Via University-Industry Relationship: The case of the foreign high technology electronics industry in Mexico's Silicon Valley. New York and London: RoutledgeFarland

como innovadoras de clase mundial establecidas en Jalisco fueron incluidas, 8 de aproximadamente 60 empresas de la electrónica en 1997. Con el fin de completar la muestra se adicionaron 5 empresas, mismas que se seleccionaron utilizando los criterios de tamaño y tiempo de operaciones en Jalisco. El primer criterio se estableció con base en la afirmación Shumpeteriana de que existe una correlación positiva entre el tamaño de la empresa y sus funciones de innovación. En el caso del segundo criterio, se requería haberse establecido en Jalisco antes de 1995 para otorgar un margen de dos años de operaciones y así asegurar que la empresa haya tenido oportunidad de establecer relaciones con la comunidad. Del sector gubernamental, el estudio incluyó fundamentalmente funcionarios clave a cargo del diseño de las políticas de educación superior, científico-tecnológicas, de propiedad intelectual y de industrialización, o cualquier otro funcionario señalado por alguno de los sectores entrevistados.

Este estudio encontró que después de más de quince años de operación bajo políticas muy atractivas para la inversión extranjera, como exención de impuestos y concesión de incentivos, ha ocurrido una transferencia de tecnología muy limitada en esta región. El estudio de referencia exploró minuciosamente las actividades y relaciones de cooperación universidad-industria existentes y analizó la activación de los mecanismos informales de transferencia de tecnología. Se encontró que de las 32 actividades que ocurren más frecuentemente en el ámbito internacional dentro del contexto de la relación universidad-industria, 31 ocurren en Jalisco y únicamente 17 tienen lugar específicamente con la industria electrónica de Jalisco, fundamentalmente a partir de los 90's. La única excepción en este caso es el CINVESTAV, institución que ha estado en contacto con esta industria desde su creación en 1988. De estas actividades, 14 son consideradas relaciones y vínculos directos y 3 son indirectos, principalmente a través de estudiantes en las instituciones de educación superior (IES) que también trabajan en alguna de las corporaciones incluidas en el análisis. Con respecto a los mecanismos informales, el estudio citado encontró, que tres de los seis señalados se encuentran activados, aunque en su mayoría de manera incipiente, estos son: a) El entrenamiento y rotación de empleados, b) Ingeniería de reversa y c) Entrenamiento de proveedores locales; su impacto se analiza por separado en el apartado siguiente.

III. Impacto de los mecanismos informales de transferencia de tecnología

a) El entrenamiento y rotación de empleados

A pesar de que existe una considerable cantidad de literatura (Baranson, 1978; Caves, 1974; Lewis, 1958; Mansfield & Romeo, 1980; Robinson, 1988) que documenta el hecho de que las EMNs juegan un papel importante en el entrenamiento de personal en el país anfitrión y consecuentemente, en la transferencia y difusión de tecnología a través de la rotación de éste personal, este estudio no encontró mayor impacto de las EMNs en la región, ya que a pesar de que existe cierto entrenamiento por parte de 8 de las 13 empresas en la muestra, la rotación de personal es calculada por estas mismas empresas como muy baja. Aunque la cifra proporcionada por las EMNs alcanzó un promedio de 0.5%, se percibe un incremento a partir de 1997. Sin embargo, este incremento en la rotación de personal ocurre fundamentalmente entre las mismas EMNs y más bien el personal de las empresas e instituciones mexicanas fluye hacia las transnacionales y no al contrario. Por lo anterior, se considera existe una rotación negativa (Ver Rivera, 2002).

b) Ingeniería de reversa

De acuerdo con Pavitt (1985) la ingeniería de reversa envuelve "el desmantelamiento de productos o equipo para encontrar como trabajan". Es una imitación y adaptación sin un acuerdo formal con el innovador (en Rosenberg y Frischtak, 1985 p.9).

Estos autores señalan la importancia central que juega la ingeniería de reversa y sus vínculos con los departamentos de ingeniería de producción en la transferencia internacional de tecnología. Además, mucho se ha documentado el papel que jugo la ingeniería de reversa en el proceso de asimilación de tecnología extranjera que llevó a cabo Japón en tecnologías maduras como las de construcción de barcos, las de producción de hierro y acero, y las de productos electrónicos de consumo (Tsurumi, 1980; Ozawa, 1985; Lynn, 1985). Lo mismo se puede afirmar para el caso de los países identificados como los "tigres asiáticos", reportado por varios autores (Westphal, Kim, Dahlman en Rosenberg y Frischtak, 1985; Schive, 1990; Gereffi y Wyman, 1989). Sin embargo, en Guadalajara se encontró que la ingeniería de reversa se practica de manera muy limitada. De acuerdo con el estudio mencionado, llevado a cabo entre 1997 y 1999, la ingeniería de reversa en Guadalajara se limita a ciertas imitaciones y adaptaciones de tarjetas electrónicas (Rivera, 2002). Lo anterior es explicado por varias razones: Una de ellas es la cantidad de recursos requeridos; tal como lo explica Pavitt, esta practica requiere un esfuerzo técnico y tantos recursos como aquellos que se requieren para el esfuerzo de investigación y diseño original (en Rosenberg y Frischtak, 1985). Otra razón, es ofrecida por el subdirector del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en Guadalajara (comunicación personal, Marzo 5, 1998 en Rivera, 2002). El explica que las leyes de propiedad intelectual actuales son más restrictivas comparadas con las existentes cuando Japón y los otros países asiáticos de reciente industrialización se encontraban en el proceso de asimilación de tecnología extranjera. Pero, además de limitaciones legales y financieras, en México en general y en Guadalajara en particular se tienen que sumar las limitaciones de equipo que sufren las instituciones de educación superior (que aunque relacionadas con las financieras, estas son más específicas). Es decir, el equipo donado por las corporaciones se ocupa primordialmente para enseñar, y por tanto, no se puede desmantelar para realizar

ingeniería de reversa, pero además, los laboratorios universitarios tampoco poseen el sofisticado equipo que se requiere para hacer ingeniería de reversa.

No obstante lo anterior, el estudio de referencia encontró que 4 de las universidades incluidas en el estudio han realizado ingeniería de reversa, aunque reducida a su mínima expresión. Así, las instituciones "B", "F", "G" y "H" han analizado y asimilado la tecnología incorporada en las tarjetas electrónicas y los microcontroladores donados por 4 de las corporaciones incluidas en el estudio. Como siguiente paso en el proceso, estas instituciones diseñaron tarjetas electrónicas de acuerdo con sus propias necesidades. De esta manera, modificaron sus funciones y en algunos casos substituyeron material para disminuir el costo, e incluso superaron algunas limitaciones de las originales, como el sobrecalentamiento por ejemplo. Las tarjetas fueron reproducidas y modificadas con el propósito de ser usadas para las prácticas en los laboratorios de electrónica de los programas de maestría ofrecidos en esas instituciones. En otros casos, las tarjetas electrónicas fueron modificadas y adaptadas a instrumentos específicos utilizados en la micro, pequeña y mediana empresa endógena (Rivera, 2002).

c) Entrenamiento de proveedores locales

Algunos autores han señalado que el entrenamiento a proveedores endógenos es uno de los mecanismos a través del cuál las EMNs transfieren tecnología en países extranjeros (Singer, et al, 1988; Lasserre, 1982). Aunque varios autores coinciden con Singer, la mayor parte de ellos reconocen que el entrenamiento de las EMNs a proveedores endógenos se limita a la metodología de control de calidad (Bonin in Paquet, 1972; Schive, 1990; Stewart y Nihei, 1987). Sin embargo, Liu reporta un entrenamiento formal y consistente más allá del entrenamiento en control de calidad que las EMNs proporcionaron a los proveedores Taiwaneses (1968 en Schive, 1990 pp.58-60). De tal manera

que, el mismo Schive señala que el entrenamiento que los expertos de las EMNs ofrecieron a los proveedores endógenos estuvo dirigido no solo a la mejora de la calidad de partes y componentes ya existentes, sino también al desarrollo de nuevas partes y componentes (Schive, 1990, pp. 58-60). Asimismo, en el caso del Valle del Silicio del Este, en Malasia, Palacios (1994) muestra una importante intervención de las EMNs en el entrenamiento de 71 'bumipateras' incorporadas como proveedores endógenos de la industria electrónica en Penang, Malasia.

Sin embargo, en el caso de Guadalajara, el estudio realizado entre 1997 y 1999 detectó que únicamente 5 de las 13 corporaciones incluidas en la muestra habían provisto entrenamiento a aproximadamente 12 proveedores endógenos. Asimismo, al analizar la naturaleza del entrenamiento provisto a partir de 1997, se constata que éste entrenamiento estuvo fundamentalmente dirigido a control de calidad. Desde el punto de vista de la industria representada por los proveedores entrenados, la mayoría pertenece a la industria del cartón, del empaque y la impresión, la excepción son dos pequeñas empresas de la industria del plástico y una de la industria metal-mecánica; resulta notable y cuestionable la ausencia de proveedores de la industria electrónica (Rivera, 2002).

Llama la atención el hecho de que, no fue sino hasta 1997 cuando los proveedores endógenos detectados fueron integrados y recibieron cierto entrenamiento, por tres razones. La primera, porque de acuerdo con el estudio de la OECD (1990) una de las condiciones impuestas a la IBM en 1985 para establecerse como total propietaria en Jalisco, era precisamente, entrenar proveedores endógenos. La segunda, porque de acuerdo con Wilson (1996) a finales de los 70's Guadalajara ya tenia una industria metal-mecánica lo suficientemente desarrollada como para atraer las maquiladoras norteamericanas de auto partes. La tercera, porque para finales de 1989 Guadalajara tenía 7 empresas electrónicas endógenas, de las cuales, algunas se encontraban produciendo circuitos integrados e impresos, mientras otras ya eran capaces de producir y diseñar sus propias impresoras y computadoras

(Wilson, 1996). Las dos últimas razones expuestas son indicadores de cierta capacidad endógena tanto en la industria metal-mecánica como en la industria electrónica, lo que, sin lugar a dudas, sugiere la existencia de cierta capacidad de asimilación en el caso de haber existido algún entrenamiento y apoyo financiero y tecnológico dirigido a realizar un esfuerzo serio por integrarlas como proveedoras de la industria electrónica.

La cantidad, naturaleza y estructura del entrenamiento, que básicamente estuvo dirigido a la industria de menor valor agregado, contrasta enormemente con el reportado por Schive (1990) en el caso de Taiwan en 1964, y el reportado por Palacios (1994) en el caso de Malasia en los 70's y 80's. En Taiwan, el entrenamiento fue tal que de 0% como valor agregado en 1964 salta a 50% en 1965 y a 75% en 1966, alcanzando el 80% en 1967 (Schive, 1990). En el caso de Malasia, Palacios nota el importante papel de las EMNs en la transferencia de tecnología a 71 proveedores endógenos en la industria de maquinaria, metal-mecánica, plástico y empaque (Palacios, 1994).

Ante esta diferencia en entrenamiento de proveedores, una pregunta obligada es: ¿Por qué las empresas mexicanas no han recibido un entrenamiento más significativo, de tal forma que les permita integrarse como proveedoras de la industria electrónica? Para responder a lo anterior, una de las hipótesis que se puede avanzar, tomando en cuenta la estructura internacional de la industria electrónica, se refiere a la estrategia internacional de contratación de proveedores, misma que tiene que ver con su estrategia de producción global. Como sabemos las estrategias de producción global de las multinacionales de la electrónica, entre estas, su sistema de proveedores y compromisos de compras, son diseñados, decididos y pactados en las casas matrices de las mismas, obviamente de acuerdo a sus intereses, ya sean estos económicos o políticos. Para ilustrar lo anterior, citaré a Fiona Ortíz de la Agencia Reuters, quien señala que ninguna de las empresas manufactureras en el Valle del Silicio mexicano compra más del 10% de sus requerimientos de materiales, partes y componentes en México, y que la mayor parte

de los entrevistados se mostraron escépticos de que el porcentaje cambiaría en un futuro próximo (Julio, 2000). Ortíz reporta que: Los manufactureros de la industria electrónica por contrato (CEMs) dicen que muy a menudo no pueden comprar materiales hechos en México porque sus EMN's clientes, que son las empresas manufactureras de equipo original (OEMs), tienen compromisos de compra en otras partes. Citando textualmente a Humberto Uquillas, Director de Desarrollo para Latino América en Jabil Circuits, escribió:

> *"Estamos tratando de convencer a Dell para que nos deje comprar plástico y metal en México...podríamos conseguir esas partes aquí. Tiene una ventaja económica grande para Dell porque esto reduce costos de envío"* (en Ortíz, F., Julio, 2000).

Indudablemente, compromisos de compra de las EMNs, como el descrito, influyen en la determinación de la cantidad, naturaleza y estructura del entrenamiento recibido por los proveedores endógenos, que básicamente estuvo dirigido a la industria de menor valor agregado. Lo anterior también explica el reducido nivel de integración de la industria electrónica extranjera en la economía local, expresado en el bajo valor agregado,[5] que de acuerdo con representantes de CADELEC[6] y CANIETI alcanzó un 15% en 1998 y un 16% en el 2000[7]. Aunque éste porcentaje de valor agregado alcanzado representa un incremento con respecto al 4% reportado en 1994, éste es sumamente bajo, especialmente cuando se compara con el de Singapur[8], Corea del Sur[9] y Taiwan[10], donde el valor agregado de acuerdo con Wilson (1996) alcanza el 42%, 33%, y 27%, respectivamente.

5. El valor agregado fue estimado por CANIETI usando diferencias entre el valor de las exportaciones y el de las importaciones sin incluir el valor de la fuerza de trabajo.
6. Cadena Productiva de la Industria Electrónica en Guadalajara (CADELEC), organismo creado en Guadalajara en 1998 para promover el entrenamiento de proveedores.
7. Valor estimado por la misma CADELEC.
8. El dato de Singapur es para 1979.
9. El dato de Corea del Sur es para 1977.
10. El dato para Taiwán es para 1978.

IV. Tecnologías transferidas y canales

Después de un análisis minucioso de las relaciones y vínculos establecidos entre estos dos sectores, el estudio encontró que cuatro tecnologías fueron transferidas y cuatro tecnologías fueron difundidas en la región. Las tecnologías transferidas son: a) el uso de la computadora AS400 para la producción de software, b) el uso de la celda de manufactura flexible, c) el uso de sistemas de automatización y control y d) el uso de la tecnología de control de calidad. Las tecnologías difundidas son: a) el uso de la tecnología de diseño electrónico ASIC's, b) el uso de las tecnologías de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) la tecnología de montaje superficial (SMT).

La transferencia se llevo a cabo a través de diferentes canales. Uno de éstos es la donación que hizo ELECTRONIX de la computadora AS400 y del entrenamiento en su uso para hacer software, provisto a los mejores estudiantes de la universidad identificada con la letra "G", esta corporación había transferido tecnología en el uso de la mencionada computadora, que de acuerdo a uno de los expertos entrevistados, en 1994 incorporaba tecnología de punta (comunicación telefónica, Marzo 3, 1999; en Rivera, 2002). De acuerdo con el coordinador del Departamento de Electrónica y Ciencias de la Computación de la Universidad "G", este curso lo ofrecía ELECTRONIX a los mejores estudiantes próximos a graduarse; los estudiantes eran identificados por la institución a petición de la empresa, y algunos de ellos eran considerados candidatos a ser contratados por la empresa posteriormente. Dentro del marco de este acuerdo de cooperación entre ELECTRONIX e institución "G", para 1997 ya se habían seleccionado 5 generaciones de ingenieros en electrónica y computación; habiéndose entrenado en cada una de ellas entre 20 y 25 estudiantes (comunicación personal, Noviembre 26, 1997; en Rivera, 2002).

Las estrategias de manufactura flexible fueron transferidas a través de un curso de entrenamiento. Este fue ofrecido fundamentalmente por dos corporaciones, ELECTRONIX Y BELTRONICS a sus empleados. Asimismo, el análisis destaca que a través de cursos ofrecidos tanto a profesores como a estudiantes de cuatro universidades dentro del marco de actividades de cooperación como entrenamiento profesional a profesores y practicas de entrenamiento intra-empresarial a los estudiantes, se había transferido el uso de tecnología en manufactura flexible. Este entrenamiento fue ofrecido por KELECTRON a un profesor por cada una de las instituciones "B", "D", "F" y "G" y a aproximadamente 20 estudiantes de la institución "D" a través de practicas de entrenamiento. ABECTRONICS también ofreció el mismo entrenamiento a estudiantes de la misma institución. En todos los casos el entrenamiento tuvo un mes de duración.

La transferencia de tecnología en automatización y control también se recibió a través entrenamiento profesional a profesores dentro del marco de actividades de cooperación; éste curso únicamente fue ofrecido por ABECTRONICS a dos profesores de las instituciones "D" y "F" y tuvo un mes de duración.

De manera más generalizada el estudio registra un entrenamiento en control de calidad, a través del cual 8 corporaciones ofrecieron cursos de ISO 9000 y 14000 a sus empleados, entre las corporaciones se encuentran IELECTRONIX, KELECTRON, DIELECTRON, ELECTRONIX, CONDUCTROMEX, BELTRONICS, FECTROMEX Y ABECTRONICS, sin embargo, los cursos fueron impartidos por 6 de las universidades de la región. Aunque de manera menos generalizada, 12 proveedores endógenos recibieron el entrenamiento en control de calidad, éste fue impartido por cinco corporaciones, entre ellas BELTRONICS, CONDUCTROMEX, DIELECTRON, FECTROMEX Y ELECTRONIX.

En base a lo anterior, este estudio registra como tecnologías transferidas: a) el uso de la computadora AS400 para la producción de software, b) el uso de la celda de manufactura flexible, c) el uso de sistemas de automatización y control y d) el uso de la tecnología de control de calidad. Esta última tecnología se considera ha sido difundida en la cultura empresarial de la región, fundamentalmente por imitación.

En cuanto a las cuatro tecnologías que este estudio reconoce fueron difundidas en cuatro universidades de la región, se habla de difusión y no de transferencia porque no se trata de tecnologías que se desconocieran en la región, ya que algunas de estas ya eran manejadas por una o dos pequeñas empresas electrónicas endógenas que existían al final de la década de los 80's (Wilson, 1996) y definitivamente, todas estas tecnologías eran utilizadas por la institución "I" (Rivera, 2002). Las tecnologías que estas corporaciones difundieron entre cuatro universidades de la región son: a) el uso de la tecnología de diseño electrónico ASIC'S, b) el uso de las tecnologías de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) la tecnología de montaje superficial (SMT).

En el caso de las primeras tres tecnologías, el estudio reporta que fueron recibidas por cuatro instituciones de educación superior, entre ellas instituciones "A", "B", "F" y "G", a través de la donación de software que hicieran cinco corporaciones, entre ellas se encuentra CONDUCTROMEX, ELECTRONIX, BELTRONICS, ABECTRONICS y DIELECTRON. En el caso de la tecnología de montaje superficial (SMT), esta fue difundida a través de algunos cursos a estudiantes y de donación de una máquina de montaje superficial al Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI), institución de enseñanza tecnológica que aunque quedo fuera de los parámetros establecidos para el diseño de la muestra, fue entrevistada de última hora al publicar los periódicos locales la información sobre la donación de este equipo.

V. El grado de capacidad transmitida

Este estudio se basa en la clasificación de Dahlman, Westphal y Shiowattana (1983, p.7; en Yamashita, 1991, pp. 175-176) para analizar el grado de capacidad transmitida en la transferencia tecnológica recibida. Los autores consideran la transferencia

tecnológica como un proceso de aprendizaje, el cual implica la adquisición de un entendimiento cada vez más profundo de la tecnología de que se trata, identificado por ellos como un efecto de profundización. Los autores dividen los grados de entendimiento en estadios interrelacionados, que van del grado más superficial al más profundo. En el orden señalado estas capacidades son: *capacidad de adquisición,*[11] *capacidad de operación, capacidad de inversión, capacidad de adaptación, y capacidad de innovación.* Sobre la base de lo anterior, el análisis del grado de capacidad transmitida a través de las cuatro tecnologías transferidas y difundidas en algunas de estas universidades, empleados y proveedores de la región indica que la mayor parte de la transferencia se concentra en la absorción de capacidades operativas. Es decir, el 78% del entrenamiento provisto a los empleados de estas corporaciones y el 100% del entrenamiento provisto a los estudiantes y maestros de cuatro universidades va dirigido a fortalecer las capacidades operativas. Así mismo, se detectó que el 100% de los cursos proporcionados a aproximadamente 12 proveedores locales va dirigido a fortalecer las capacidades operativas de éstos.

Por otro lado, en cuanto a la capacidad de inversión trasmitida por estas empresas, este estudio no encontró mayor evidencia de que esto haya ocurrido. Lo anterior en virtud de que uno de los mecanismos más comunes para adquirirla es a través de inversiones entre nacionales y extranjeros *(joint ventures)* y este estudio no encontró evidencia de una formación significante de este tipo de asociaciones. En 1997 se detectaron 9 empresas de coinversión *(joint ventures)* de entre más de 60 corporaciones. Más aún, la mayor parte de las 6 empresas derivadas *(spin-off)* registradas por el trabajo de Palacios (1994) han desaparecido o han recobrado el 100% como propietarias inversionistas al verse favorecidas por los cambios en la ley de inversión extranjera que dejó de requerir el 51% de co-inversión mexicana. Asimismo,

11. Este estadio es eliminado del análisis porque no es aplicable al caso.

de las 7 y 8 pequeñas empresas electrónicas reportadas en 1989 y en 1994, respectivamente en los estudios de Wilson (1996) y Palacios (1994), 71% y 40%, respectivamente, han desaparecido. En consecuencia, este estudio no encontró evidencia que soporte la adquisición de capacidad de inversión en la región.

En cuanto a la adquisición de capacidad de adaptación, este estudio considera que, aunque limitada, existe cierta capacidad de adaptación promovida por estas corporaciones en Guadalajara. Esta capacidad es promovida a través de la donación de fondos, de software y de hardware recibidos de algunas de las corporaciones por 4 instituciones, mismos que contribuyen a fortalecer las practicas de laboratorios en las instituciones y los ejercicios creativos que promueven algunas universidades con las exposiciones de diseño electrónico que organizan anualmente (Rivera, 2002). Asimismo, la adquisición de capacidades de adaptación es promovida por el empleo de investigadores mexicanos, que de acuerdo al estudio mencionado, para 1997 se calculaban cerca de 300. Esta perspectiva asume que los investigadores mexicanos que trabajan en los departamentos de investigación de estas corporaciones tienen la oportunidad de desarrollar y fortalecer su capacidad de adaptación mediante el ambiente propicio en el que se desenvuelven; aunque, por supuesto, estos profesionales fueron contratados por las corporaciones ya entrenados y con ciertas capacidades para desempeñar funciones de adaptación e innovación. Sin embargo, es muy difícil determinar qué tanta de ésa capacidad es adquirida dentro de las corporaciones y qué tanta se encontraba ya incorporada en ésos profesionales. Un importante caso que puede ilustrar respecto al nivel de capacidad de adaptación incorporada en los ingenieros de piso contratados por las EMNs en Guadalajara, es el caso de los robots. El cual fue referido al investigador por varias fuentes, sin embargo, aquí se reproduce la narración de un observador interno:

> *En esta corporación, la línea de producción para el montaje de discos duros esta compuesta por robots. Dado que la corporación planeaba fabricar discos duros que incorporaban tecnología de punta, la tecno-*

logía para su montaje necesitaba ser cambiada también. Por esta razón, se había anunciado la destrucción de los robots, que ya representaban tecnología obsoleta para fabricar los discos duros de punta. Sin embargo, un grupo de ingenieros de piso, de su propia iniciativa, hicieron las modificaciones y desarrollos que se necesitaban para que los robots pudieran montar el nuevo modelo de discos duros de punta, y las adaptaciones y modificaciones hechas a los robots por estos ingenieros mexicanos funcionaron....ellos [los robots] estuvieron trabajando bien...la corporación empezó la producción de los nuevos modelos de discos duros y mantuvo su producción por varios meses. No obstante lo anterior, algunos meses después, razones de mercado hicieron que la compañía cerrara ésa línea de producción, corriendo a los ingenieros que participaron en las adaptaciones y desarrollos a los robots. Pero cuando uno de estos ingenieros oyó que los robots iban ha ser destruidos, pidió que le regalaran uno para su universidad [donde estudiaba una maestría]; la respuesta fue NO....los robots necesitan ser destruidos...Ellos [la corporación] pensaron sería mejor destruirlos en lugar de regalarlos a las universidades...¿Puede usted creer eso? (comunicación personal, Marzo 25, 1999; en Rivera, 2002).

Es importante enfatizar que esta demostración de capacidad de adaptación fue hecha por los ingenieros de piso, no por los investigadores trabajando en las unidades de I&D de esta empresa. De tal forma que muestra el nivel de capacidad de adaptación incorporada en recién contratados ingenieros mexicanos, quienes nunca habían sido investigadores en esta o en otra corporación. Lo anterior, también sugiere la hipótesis de que existe cierta tecnología central que es celosamente protegida por la corporación, y que ésta no será transferida a las universidades, por lo que se prefiere destruirla, antes de que sea asimilada o difundida en el país anfitrión. Sin embargo, una segunda hipótesis apunta hacia la existencia de una contradicción entre dos políticas nacionales, la política de industrialización basada en la estrategia de atraer capital extranjero para adquirir tecnología y capital y la política fiscal, que, aparentemente, la obstaculiza a través de impuestos a las corporaciones por donar equipo a instituciones educativas en el país. Esta segunda hipótesis surge basada en la declaración de ésta y algunas otras corporaciones que explican que los robots fueron destruidos porque, de no hacerlo así, serían obligados a pagar impuestos para que el equipo se quede en México. De confirmarse lo anterior, evidentemente, estaríamos hablando de una muy grave y nociva contradicción para el objetivo propuesto de asimilar tecnología a través de IED.

Con respecto a la transferencia de capacidad de innovación, el presente estudio no encontró evidencias de un impacto importante de las corporaciones de la electrónica en Guadalajara. Aunque a finales de 1997 cinco de trece corporaciones en la muestra ya habían establecido laboratorios de investigación y desarrollo, no se registró un impacto significante ni en la comunidad académica, ni en la estructura industrial de la región, ya que no existen vínculos en investigación y desarrollo. Tal como lo reporta el estudio previo, no existen proyectos conjuntos de investigación básica o aplicada entre las universidades y esta industria entre 1997 y 1999, al menos en las áreas centrales relacionadas con la electrónica (Rivera, 2002). Aunque, es necesario aclarar que existieron en el pasado algunos proyectos conjuntos mediante los cuales una de las instituciones en la muestra, el CINVESTAV, realizó algunos desarrollos tecnológicos para varias de estas corporaciones (ver Rivera, 2002). Por lo anterior, se puede afirmar sin lugar a dudas, que la falta de proyectos conjuntos de investigación no se puede explicar por falta de capacidad de las instituciones mexicanas, al menos en el caso del CINVESTAV. Institución que muy poco después de su instalación en Guadalajara, como ya se señaló antes, inició proyectos conjuntos de investigación aplicada y de diseño electrónico con industria transnacional con operaciones en Estados Unidos y algunos países de Europa, lo que le permitió ser autofináciable desde 1995. Más aún, si se puede hablar de cierto impacto positivo de ésta institución mexicana hacia estas corporaciones, lo anterior se fundamenta no solo en los desarrollos tecnológicos que el CINVESTAV realizó para cuatro de estas empresas, sino también en la incubación y desarrollo de la empresa TDCOM,

adquirida recientemente por INTEL con todo y el personal de ingeniería que trabajaba en ella, entrenado por la misma institución educativa.

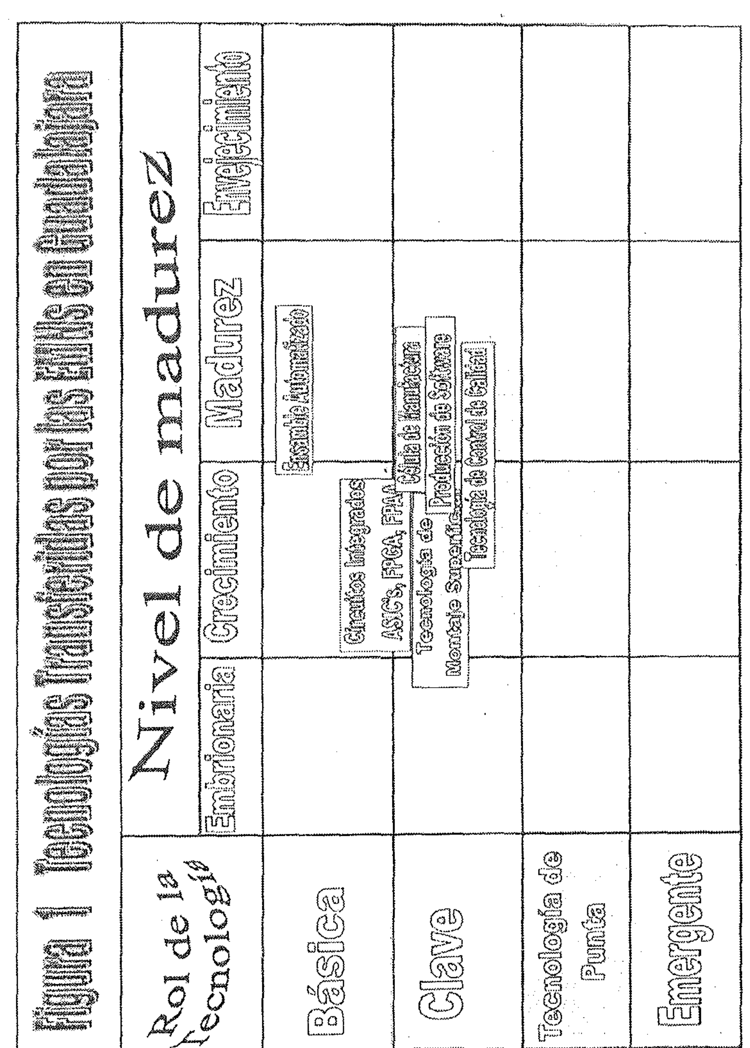
VI. Nivel de madurez de la transferencia tecnológica

Un análisis de la tecnología incorporada en las donaciones recibidas por cuatro universidades indica que el nivel de madurez de estas tecnologías podría ser ubicado en un estado intermedio, entre tecnología semi-madura y tecnología de punta. Utilizando la matriz de posicionamiento[12] desarrollada por Medina (1993) en la cual cada tecnología es colocada de acuerdo al rol y nivel de madurez en un espacio y tiempo determinado, se posicionan las tecnologías transferidas y difundidas en la región (ver matriz en figura 1).

VII. Análisis

Este estudio identificó, además de las relaciones y vínculos establecidos entre las universidades y la industria electrónica extranjera operando en la región, los mecanismos informales de transferencia tecnológica activados. Por tanto, también señaló los diferentes canales a través de los cuales las EMNs han transferido tecnología y las universidades la han asimilado, adaptado y modificado. El estudio encontró que las tecnologías transferidas fueron cuatro, a) *el uso de la computadora AS400 para hacer software, b) manufactura flexible, c) automatización y control y d) control de calidad.* Asimismo, fueron detectadas cuatro tecnologías cuyo uso fue difundido entre las instituciones de la región, estas son a) el uso de la tecnología de diseño electrónico ASIC's, b) el uso de la tecnología de diseño electrónico digital (FPGA), c) el uso de la

12. Esta matriz representa la perspectiva internacional de inicio de los 90's. Comprende desde el rol emergente, pasando por la tecnología de punta y la tecnología clave hasta la tecnología básica que en cuanto a nivel de madurez van desde la etapa embrionaria, de crecimiento, y de madurez, hasta la de envejecimiento.



tecnología de diseño electrónico análogo (FPAA), y d) el uso de la tecnología de montaje superficial (SMT).

El análisis del grado de las capacidades transferidas y difundidas indica que la mayor parte de ésa tecnología esta concentrada en la absorción de capacidades operativas. El estudio no encontró mayor evidencia en la transferencia de capacidades de inversión e innovación, aunque concede a las EMNs cierta promoción a la capacidad de adaptación de los investigadores mexicanos que trabajan en sus laboratorios. Por otro lado, el desplazamiento de 71% y 40% de las empresas electrónicas y de computación endógenas que existían en la región a finales de los 80's, y principios de los 90's, respectivamente, es un poderoso indicador de la limitada capacidad de inversión que ha sido proporcionada a la región.

Más aún, el reducido número de proveedores endógenos, básicamente de la industria del cartón, del empaque y de la impresión entrenados e incorporados a la cadena productiva de la industria electrónica y su correspondiente 16% de valor agregado a finales del 2000, son una evidencia contundente del bajo nivel de integración de la industria electrónica en la economía regional.

Pero más importante aún, los resultados de este estudio contrastan enormemente con el entrenamiento e integración de proveedores ocurrido en Malasia, país que no solo supera por mucho al número de proveedores en Jalisco sino también muestra diferencias importantes en el tipo de industria incorporada como proveedor. A diferencia de Jalisco, Malasia ha integrado a proveedores de la industria de maquinaria, metal-mecánica y del plástico además de la del cartón y del empaque. Lo anterior, a pesar de que Malasia también se integro en el segmento de más bajo valor agregado y que de acuerdo con el reporte de Palacios (1994) recibió a fundamentalmente las mismas OEMs establecidas en Jalisco. Estas diferencias no encuentran explicación en la falta de capacidad de absorción científico-tecnológica de Jalisco. Ya que los niveles de capacidad de absorción reportados para el Valle del Silicio del Este en Malasia en los 70's y 80's, tiempo en que ocurrió la transferencia tecnológica registrada, son bastante bajos contrastados con el nivel mucho más alto que existe en el Valle del Silicio Mexicano durante el periodo reportado, finales de los 90's. De acuerdo con el entonces director del Centro Tecnológico para el Desarrollo de Habilidades de Manufactura (CETEDEM), *"Penang a duras penas tenía en ése tiempo una universidad técnica"* (comunicación personal, Febrero 23, 1998 en Rivera 2002). La falta de otras instituciones de educación superior y de investigación en Penang, Malasia también se señala en la descripción de Palacios (1994) y en la Enciclopedia Internacional de Educación Superior (Altbach, 1991). Al respecto, la misma fuente reporta un radio de inscripción en educación superior de 3%. Lo anterior explica por qué en el Valle del Silicio del Este solamente dos corporaciones de 142 habían establecido centros de investigación y desarrollo, y uno de ellos era dirigido por un extranjero (Palacios, 1994). En Jalisco, la mayor capacidad de absorción científico-tecnológica y específicamente en diseño electrónico ya fue de alguna manera descrita previamente con las 17 patentes de nivel internacional producidas por investigadores mexicanos en los laboratorios de investigación de estas corporaciones, con los desarrollos tecnológicos producidos en el CINVESTAV para estas corporaciones, con la demostración de capacidad de adaptación de los ingenieros de piso en el caso de los robots y con la empresa de diseño creada en esta institución de educación superior y recientemente adquirida por INTEL, corporación que, como ya se mencionó antes, se instaló en el 2000 con la única función de diseño electrónico. De hecho, de acuerdo con Palacios (1994 p.37) Motorola ha declarado que *"la primer ventaja competitiva de las empresas electrónicas operando en México comparada con sus contrapartes en el Pacífico asiático es el desarrollo de tecnologías locales"*.

VIII. Conclusión

Los resultados observados en Guadalajara, después de más de quince años de operaciones con exención de impuestos y concesión de incentivos, son del tipo que puede dar lugar al fenómeno de círculo vicioso que Cantwell (1995ª) y Perez (1998) señalan que ocurre como resultado del proceso de internacionalización pasiva. Este círculo vicioso es expresado en el importante desplazamiento de la industria electrónica endógena, el bajo nivel de integración de las EMNs de la electrónica en la economía regional y el mínimo derramamiento de tecnología demostrado en el Valle del Silicio Mexicano. Lo anterior sugiere que a pesar de que se diseñaron políticas y estrategias similares a las establecidas en los países asiáticos, estas no dieron lugar a los resultados esperados.

De acuerdo con Perez (1998) y Cantwell (1995) el papel del estado, entre otros factores, en la promoción y puesta en marcha de políticas estratégicas para que exista interacción entre las empresas extranjeras y las empresas e instituciones endógenas son factores que determinan la génesis de círculos virtuosos o viciosos y especialmente la diferencia en transferencia tecnológica entre regiones geográficas. Como se señaló inicialmente, el Estado mexicano estableció e implementó políticas y estrategias dirigidas a promover la transferencia tecnológica. Como se recordará, la transferencia de tecnología, el entrenamiento de proveedores y el establecimiento de relaciones con las instituciones académicas regionales fueron condiciones impuestas originalmente por el gobierno federal desde 1985 a cambio de exención de impuestos y concesión de una serie de incentivos. En el caso de Jalisco, la ley de promoción económica[13] –elaborada por el gobierno del estado en 1997– confirma la existencia de estrategias en la misma dirección. Sin embargo, aunque las políticas y estrategias estaban bien definidas y se han mantenido hasta la fecha, los resultados encontrados por este estudio no son los esperados. A diferencia del caso de Malasia, las políticas y estrategias diseñadas y establecidas por el estado mexicano han sido insuficientes para proteger la industria endógena y han sido incapaces de promover la incorporación, de un número más significativo de industrias de mayor valor agregado y de insertarlas en la cadena productiva de la industria electrónica como proveedoras de las EMNs. Entre los varios factores que explican ésa diferencia se encuentran condiciones históricas, económicas y políticas que se originaron en la situación geopolítica estratégica de los países asiáticos, que no vamos a discutir aquí, pero que han sido analizadas en un trabajo anterior[14] e individualmente fundamentadas por diferentes autores (Ver Castells, y Laserna, 1989; Cummings, 1994; Gereffi y Wyman, 1989 en Haggard, Stephan & Moon, Chung-In; Wilson, 1996). Sin embargo, si se analiza más detenidamente el papel que jugo el estado en la aplicación de políticas y estrategias, todo parece indicar que a pesar de que las políticas y estrategias fueron diseñadas, algo en el proceso de ejecución, coordinación, coherencia y observancia en el cumplimiento de las condiciones impuestas no funcionó. Aunque este estudio no encontró una evaluación sistemática y específica de la ejecución, coordinación, coherencia, observancia y resultados de las políticas y estrategias establecidas para la industria electrónica, un estudio sobre la pequeña y mediana industria en México señala la duplicación y falta de coordinación en los programas dirigidos a apoyar estas industrias (Dussel Peters, 2001). Asimismo, en caso de comprobarse la existencia de la política fiscal señalada que impone pago de impuestos para maquinaria y equipo que las EMNs desean donar a las universidades, estaríamos identificando una contradicción entre políticas nacionales. Así el estudio sugiere la existencia de cierta falta de coordinación y coherencia en la ejecución de las políticas y estrategias dirigidas a apoyar el objetivo de absorción de tecnología. En cuanto a la observancia en el cumplimiento de las mismas, algu-

13. SEPRODE (1997) Ley para Promover la Inversión del Estado de Jalisco. Guadalajara, Jalisco: Gobierno del Estado.

14. Rivera Vargas, M.I. (2002) Op. cit.

nos autores sugieren que al Gobierno mexicano le ha faltado capacidad de negociación por su critica necesidad de inversión en dólares y creación de empleos (Castells y Laserna, 1989).

Aunque con respecto a esta condición política y económica no hay mucho que se pueda sugerir en este documento, si se puede apuntar la necesidad de promover una mayor coordinación y coherencia en el diseño de políticas y estrategias dirigidas a apoyar a la pequeña y mediana industria y de manera más especifica a la industria susceptible de ser integrada como proveedora en la cadena productiva de la electrónica. Así, a partir de este análisis y perspectiva se sugiere lo siguiente:

1. Fomentar los programas en diseño electrónico que van dirigidos a formar especialistas con capacidades empresariales y así fortalecer el proceso de vinculación de sistemas de innovación endógenos con sistemas de innovación internacionales ya iniciado por el CINVESTAV.
2. Establecer políticas de apoyo financiero y tecnológico dirigidas a la pequeña y mediana industria susceptible de ser integrada como proveedora en la cadena productiva de la electrónica.
3. Promover la evaluación sistemática de la ejecución, coordinación, coherencia, observancia y resultados de las políticas y estrategias establecidas.
4. Promover una mayor vinculación entre las universidades y la industria electrónica, procurando encontrar una estrategia que permita a las universidades dar respuesta a las necesidades planteadas por la industria, pero sin menoscabar el fomento de las habilidades de diseño electrónico hasta ahora objetivo curricular en vigor.

Referencias

Altbach, P (Ed.). (1991). International Higher Education an Encyclopedia. Volume 1 pp. 511-524. New York, N.Y.: Garland Publishing, Inc.

Barranson, J. and Malmgren, H. (1981). *Technology and trade policy issues: An agenda for action.* Washington, D.C.: Developing World Industry and Technology.

Bonin, B. (1972). The multinational firm as a vehicle for the international transmission of technology. In G. Paquet (Ed.). The multinational firm and the nation state. Pp. 111-126. Don Mills, Canada: Collier-Macmillan.

Business Week (1989) The Mexican Silicon's Valley. April 3.

Cantwel, J. (1995a). Multinational corporations and innovatory activities: Towards a new, evolutionary approach. In Molero (Ed.). *Technological Innovation, Multinational Corporations and New International Competitiveness: The case of intermediate countries*. New York: Harwood Academic Publishers.

Castells, M. and Laserna, R. (1989). The new dependency: Technological change and socioeconomic restructuring in Latin America. *Sociological Forum. 4* (4)

Castillo, P. D. (1992). *Technology transfer via multinational high technology firms: The Guadalajara, Mexico experience.* Unpublished master's thesis, University of Texas at Austin.

Caves, R. (1974). *Effects of international technology transfer on the US economy*. Washington D.C: National Science Foundation pp. 36-48

Cummings, B. (1994). The origins and development of the Northeast Asian political economy: Industrial sectors, product cycles, and political consequences. *International Organization 38* (1) pp. 1-40.

Dahlman, C. and Westphal, L. (1983). The transfer of technology: Issues in the acquisition of technological capability by developing countries. *Finance and Development 20* December, pp.6-9.

Dussel Peters, E. (2001) Condiciones y retos de las pequeñas y medianas empresas en México. Estudio de casos de vinculación de empresas exitosas y propuestas de política. En Enrique Dussel Peters (2001). (Coord.). Claroscuros: Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México. México: Editorial Jus, S.A. de C.V.

——(1999). La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa. Santiago de Chile: N.U. CEPAL

Expansion (1989). El Valle del Silicio. September.

Gereffi, G. and Wyman, D. (1989). Determinants of development strategies in Latin America and East Asia. In Haggard, Stephan & Moon, Chung-In (Eds.) Pacific dynamics: The international politics of industrial change. CIS, INHA University.

Kim, L. (1980). Stages of development of industrial technology in a developing country: A model. *Research Policy 9* July pp.254-277.

Kwiram, A. (1989). Innovative industry-university linkages: Is there a missing link in our economic development chain? In K. Walters (Ed.). *Entrepreneurial management*. Cambridge MA: Ballinger.

Larsen, J.K., Wigand, R.T., & Rogers, E.M. (1987, February). Industry-university technology transfer in microelectronics. Report submitted to the National Science Foundation. In R. Wigand in F. Williams and D. Gibson. (1990). *Technology Transfer: A communication Perspective*. Newbury Park, CA: Saga Publications.

Larsen J.K. (1988). Lessons learned about technology transfer. In J. Dearing and E. Rogers in F. Williams and D. Gibson (Eds.). *Technology transfer : A communication perspective.* Newubury Park: Saga Publications.

Lasserre, P. (1982). Training: Key to technological transfer. *Long Range Planning 15* pp.51-60

Lewis, A. (1958). Economic development with unlimited supplies of labor. In A. Agarwala and S. Singh (Eds.). The economics of underdevelopment London: Oxford University Press.

Lynn, L. (1985). Technology transfer to Japan: What we know, What we need to know, and What we know that may not be so. In N. Rosenberg and C. Frischtak (1985). (Eds.). *International technology transfer: Concepts, measures, and comparisons*. New York: Praeger.

Mansfield, E. et al (1982). *Technology transfer, productivity and economic policy*. New York: Norton.

Mansfield, E. and Romeo, A. (1980). Technology transfer to overseas subsidiaries by U.S. based firms. *Quarterly Journal of Economics, 95* pp. 737-750.

Medina, F. (1993). *Administracion de la tecnologia para ventajas competitivas*. (Administration of the technology for competitive advantages). Guadalajara: ITESM.

Newfarmer, R. (1985). *Profits, progress and poverty: Case studies of international industries in Latin America*. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press.

OECD (1990). *Foreign direct investment and industrial development in Mexico*. Paris, France: CEDEX OECD.

Ortiz, F. (2000). Help wanted in Guadalajara hi-tech factories. Mexico: Reuters.

Ozawa, T. (1982). A newer type of foreign investment in Third World resource development. *Rivista Internazionale di Scienze Economiche e Commerciali. 29* (12), December.

Palacios, J. J (1994). *Foreign direct investment and technology transfer in the Pacific Rim: The case of the electronics industry in two proto-silicon valleys.* Vancouver, B.C.: Institute of Asian Research at the University of British Columbia. CAPRI Special Series No.4

Paquet, G. (Ed.). (1972). *The multinational firm and the nation state.* Toronto, CA:Collier-Macmillian.

Pavitt, K. (1985). "Transfer among industrial advanced countries." In N. Rosenberg and C. Frischtak. (Eds.). *International Technology Transfer, Concepts, Measures, and Comparisons*. New York: Praeger Publishers.

Pavitt, K. (1971). The multinational enterprise and the transfer of technology. In J.H. Dunning (Ed.). *The multinational enterprise*. London: Allen & Unwin

Perez, T. (1998). *Multinational enterprises and technological spillovers*. The Netherlands: Harwood Academic Publishers.

Robinson, R. (1988). *The International Transfer of Technology: Theory, Issues and Practice.* Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.

Rodriguez-Clare, A. (1996). Multinationals, linkages, and economic development. *The American Economic Review. 86* (4) September.

Rosenbeg, N. and Firschtak, C. (Eds.). (1985). *International technology transfer, concepts, measures, and comparisons*. New York: Praeger Publishers.

Safarian, A. and Bertin, G. (Eds.). (1987). *Multinational, governments, and international technology transfer*. London: Croom Helm.

Secretary of Economic Promotion (SEPROE) (1997). *Investment Promotion Law for the State of Jalisco*. Guadalajara, Jalisco: Jalisco State Government

Schive, Ch. (1990). *The foreign factor: The multinational corporation's contribution to the economic modernization of the Republic of China*. Stanford CA.: Hoover Institution Press.

Shiowattana, P. (1991) Technology transfer in Thailand's electronic Industry. In S. Yamashita (Ed.). *Transfer of Japanese technology and management to the ASEAN countries*. Tokyo, Japan: University of Tokyo Press.

Shumpeter, J.A. (1928). The instability of capitalism. *Economic Journal* pp.361-386

Singer, H. et all. (1988). *Technology transfer by multinationals. Part I and Two*. New Delhi: Ashish Publishing House.

Singh, V. (1983). *Technology transfer and economic development: Models and practices for developing countries*. Jersey City, USA: Unz & Co. Division of Scott Printing Corporation.

Stewart, C. and Nihei, Y. (1987) . *Technology transfer and human factor*. New York: Arno Press.

Stewart, G.H. (1990). Large corporations and the research university: An examination of factors of technology transfer. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin.

Stewart, H. and Gibson, D. (1990). University and industry linkages: The Austin Texas, Study. In F. William and D. Gibson.(Eds.). *Technology transfer: A communication perspective*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Tsurumi, Y. (1980). *Technology transfer and foreign trade: The case of Japan, 1956-1966.* New York: Arno Press: New York Times Company:

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (1992). Handbook of industrial statistics. Viena: UNIDO.

Valdivia J. (2002, Abril 14). La industria electrónica se recupera. *Público* p.6.

United Nations (1977). Transnationals in world development – A reexamination. NewYork: UN.

Westphal, L., Kim, L. and Dahlman, C. (1985). Reflections on the Republic of Korea's acquisition of Technological Capability. In N. Rosenberg and C. (Eds.). *International technology transfer, concepts, measures, and comparisons*. New York: Praeger Publishers.

Wigand, R. (1990). University and microelectronics industry: The Phoenix, Arizona, Study. In. F. Williams and D. Gibson (Eds.). *Technology transfer: A communication perspective.* Newbury Park, CA: Sage Publications.

Williams, F., and Gibson, D. (Eds.). (1990). *Technology Transfer: A communication perspective.* Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.

Wilson, P. (1996). L*as nuevas maquiladoras de Mexico: Exportaciones y desarrollo local. Mexico's new maquiladoras: Exports and local development*. Austin Texas: University of Texas at Austin. (1st. Spanish ed.). Guadalajara, Jalisco: University of Guadalajara Press.

Whiting, V. R. (1992). *The political economy of foreign investment in Mexico*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Yamashita, S. (Ed.). (1991). *Transfer of Japanese technology and management to the Asean countries*. Tokyo: University of Tokyo Press.

Zapata, M. (2002, Enero 31). Tras un año 2001 para olvidar, la electrónica espera un difícil 2002. *Público* p.26

Redes de vinculación de la Universidad de Guadalajara con la industria electrónica de la Zona Metropolitana

Raquel Edith Partida Rocha
Pedro Moreno Badajós

Introducción

Jalisco se ha caracterizado del resto de las entidades del país, por impulsar una industria manufacturera. A últimas fechas, la entidad ha destacado en la producción de la electrónica en equipo de cómputo, de telecomunicaciones y de software. La llegada de estas empresas, se intensifica a partir de la globalización durante los años noventa, momento en que aparece un esquema de Empresas Manufactureras de Productos Originales (OEM´s), como la firma de IBM, HP, NEC, además se da la instalación de plantas Subcontratistas de Productos Electrónicos (CEM´s), tales firmas son las de SCI, Solectron, Jabil, Flextronics, por señalar algunas, así como la creación de un sistema de Soporte de Proveedores Especializados (SS´s) con empresas como y también el surgimiento de las Empresas Regionales de Manufactura (ROEM´s).[1] Estas industrias se definen por la fuerte presencia de capitales transnacio-

1. De acuerdo con Palacios hay una clasificadas de cinco categorías de empresa y que son: Equipo Original de Manufactura (OEMS), Equipo Regional Original (ROEMS), Manufactura Contratada (CMS), Proveedores de Partes y Componentes (PPC), Proveedores de Materiales Auxiliares (Palacios, 2001: 45).

nales, tienen procesos de fabricación final e intermedios, que exportan la mayor parte de la producción. La gran mayoría de las electrónicas no operan bajo el régimen legal maquilador, sino al amparo de alguna de las numerosas opciones que la legislación mexicana ofrece como el Programa de Importación Temporal (PITEX) y empresas Altamente Exportadoras (ALTEX).

Durante la segunda mitad de los noventa, se presenta una fuerte localización de empresas CEM´s y ROEM´s, las cuales demandan de personal calificado, egresado principalmente de las universidades locales, al igual que de trabajadores poco calificados, el cual se abasteció de los sistemas de educación básica (primaria y secundaria fundamentalmente). Precisamente, el objetivo de este trabajo es analizar las redes de articulación entre la educación superior y el mercado de trabajo calificado de las empresas electrónicas en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), en donde se localizan la mayoría de las industrias (Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto). Estudiamos las Instituciones de Educación Superior (IES), particularmente la red de articulación con la Universidad de Guadalajara (UdeG), de las carreras de ingeniería (Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Informática, Ingeniería en Computación, Ingeniería en Mecánica Electrónica), en relación con la industria electrónica en los últimos tres años. En donde identificamos redes formales e informarles de vinculación.

Partimos del supuesto, que la electrónica, ha aprovechado la infraestructura académica existente en la ZMG, la cual se compone de instituciones de educación superior tanto públicas como privadas (Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Guadalajara, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Occidente, Universidad del Valle de Atemajac, Universidad Panamericana, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey). Dichas instituciones han generado una fuerza de trabajo capacitada a nivel superior, que en principio de cuentas vino a responder la demanda de personal calificado para la electrónica, sin embargo, a mediados de los noventa se carece de trabajadores

calificados y continuos una fuerte contratación de personal no calificado de nivel básico. Lo anterior muestra que en las empresas de la electrónica existe un mercado de trabajo segmentado, en el cual se requiere por un lado de obreros para las tareas manuales, con una baja calificación educativa, y por el otro, emplea mano de obra del nivel medio y gerencial con una mayor calificación (educación superior y postgrados). En particular describimos la vinculación entre los ingenieros calificados, egresados de la UdeG con las empresas electrónicas.

La vinculación a la que nos referimos, se refiere a la integración entre dos esferas complejas como son las del trabajo y las de la educación, en las cuales se conjugan aspectos macro y micro, así, como aspectos históricos particulares. El relacionar los hechos educativos con los actos de la producción es un asunto multidimensional y por lo mismo se ha generado una gran diversidad de abordajes y perspectivas disciplinarias. Así, se han presentado diversos planteamientos teóricos que intentan explicar la relación que se da entre estos dos ámbitos, desde las posturas neoclásicas, funcionalistas, que conducen a las teorías del capital humano, hasta los enfoques de corte marxista generado durante los setentas, y las teorías más contemporáneas como las de la segmentación. Es importante hablar tanto de las habilidades, valores y actitudes que trasmite la educación y que son requeridos tanto por la sociedad como por las necesidades de producción, pero también es importante analizar el nivel de articulación que la educación alcanza con las necesidades y demandas de un orden social concreto. Nosotros partimos de la propuesta de la segmentación pues, consideramos que existe un mercado dividido para el uso de la fuerza de trabajo en la electrónica. También suponemos, que existen objetos de estudios diferentes los cuales es necesario contextualizar, por ende "hay que partir de las diferentes racionalidades de los establecimientos escolares y las empresas" (Hualde, 2001: 53), para que a partir de esto, se generen nuevas explicaciones a los fenómenos de relación entre educación y trabajo. En esta relación pueden participar diversos actores como escuelas,

empresas, gobierno, que interactúan de formas específicas según sus procesos históricos propios..

A las redes las definimos como apunta Casalet (2000), como el conjunto de actores ligados por relaciones implícitas o explicitas, que van desde el simple conocimiento hasta la cooperación[2]. Las redes son sistemas de apoyo que existen entre personas, grupos, organizaciones, instituciones o países vinculados entre sí. En ellas se facilita la circulación horizontal de la información para ganar en eficacia sin perder en ligereza y flexibilidad. Las redes no son la voluntad de un solo actor sino que responden a un plan estratégico donde cada uno participa en un conjunto de interacciones con otros actores relativamente autónomos, motivados por un interés propio, situaciones que demandan ajustes continuos y adaptaciones mutuas. Las redes no tienen fronteras bien definidas y se caracterizan por una tendencia hacia la ramificación. En razón de su complejidad y el peso de las relaciones formales no son transparentes; las relaciones sociales que entreteje una red son poco visibles para un observador externo (Casalet, 2000:324).

Así, el análisis de las redes sociales estudia las relaciones específicas entre una serie definida de elementos y de engranes. La idea básica que subyace a esta aproximación es que las estructuras de relaciones tienen un gran poder explicativo y que las relaciones entre actores son un aspecto fundamental en configuración de la estructura y dinámica social.

Por lo que partimos de una hipótesis general, que la vinculación que se ha dado en la UdeG con las empresas electrónicas, ha sido a través de redes formales e informales (implícitas y/o explicitas), en donde han participado tanto los intereses de las empresas electrónicas, como por el provecho de los estudiantes de las carreras de ingenierías de la UdeG. Estas redes de vinculación algunas son autónomas y otras son dependientes del marco de colaboración entre las instituciones, que en este caso no es muy representativo.

2. Como bien apunta Casalet (2000), no se debe confundir redes con relaciones de cooperación; éstas implican a las redes, pero no ocurre lo contrario; la cooperación significa la armonización de intereses; la distribución de os recursos; puede ser una condición posible pero no necesaria para la constitución de la red

Así, este documento lo dividimos en cuatro apartados: en el primero hacemos una descripción de las IES en Jalisco; en el segundo presentamos las formas de vinculación de las IES; en el tercero estudiamos la vinculación de las carreras de ingeniería de la UdeG con las empresas electrónicas y las redes de articulación que se han evidenciado en nuestro estudio; en cuarto, se expone el caso de los egresados de informática de la UdeG. Finalmente realizamos algunas conclusiones

1. La educación superior en Jalisco

En primer lugar queremos definir al nivel educativo superior como el "que se imparte después del bachillerato o de su equivalente, y que comprende la educación normal, la tecnológica y la universitaria que incluye carreras profesionales cortas y estudios encaminados a obtener los grados de licenciatura, maestría y doctorado, así como cursos de actualización y especialización" (Chavoya et al,1997:172). En este estudio nos enfocamos principalmente a las instituciones que se relacionan con el segmento de trabajadores calificados dentro de las empresas electrónicas, en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

En Jalisco la educación universitaria, como sucede a nivel nacional, es sumamente heterogénea ya que la integran instituciones públicas y privadas diversas. La educación superior universitaria se imparte en instituciones públicas federales, estatales, autónomas, descentralizadas ,y en instituciones particulares, más comúnmente conceptual izadas como privadas (Arias, Becerra, Macías, et. all, 2000). Debe destacarse que la ZMG tiene una larga tradición en lo que respecta a la educación superior privada con instituciones como: la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG) fundada en 1935; el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), creado

en 1957, y la Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA) creada en 1979, la Universidad Panamericana (1981) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey-Campus Guadalajara (1991)[3], todas éstas son miembros de la Asociación Nacional de Universidades Instituciones de Educación Superior (ANUIES), véase el cuadro 1.

CUADRO 1.
Universidades en la ZMG

Universidad	Fecha de fundación
UDEG	1925
UAG	1935
ITESO	1956
UNIVA	1979
UP	1981
ITESM	1993

FUENTE: Elaboración propia septiembre 2001

Es importante señalar que aparte de estas Instituciones de Educación Superior (IES), existen otras de menor importancia las cuales ofertan diversas carreras, tales como el Centro Universitario Azteca, Instituto Torres Andrade, entre otras, que son Centros de Estudios de Educación Superior avalados por la misma UdeG o por la Secretaria de Educación Pública (SEP) véase el cuadro 2.

3. Este núcleo de reconocidas universidades generan una oferta importante de alumnos egresados de carreras relacionadas con la industria electrónica, véase el anexo 1.

CUADRO 2.
Universidades incorporadas a la UdeG y a la SEP en la ZMG y número de Carreras

Institución	Carreras
Univ. La Salle Guadalajara	9
Universidad de Especialidades	6
CEU Veracruz	19
Ctro. Universitario Azteca	5
Inst. Sup. de Comercio y Admón.	5
Universidad Cuauhtémoc	5
CU Torres Andrade	4
Inst. Tec. Ocotlán	4
UNITEG	4
Univ. de Est. Académicos Américas	3
Enrique Díaz de León	3
Inst. Tecnológico Agropecuaio	2
Colegio del Aire	2
Inst. Sup. Anglo Americano	1
Ctro. de Est. Lanspiac	1
Total	73

FUENTE: Seijal Documentos Promociónales 2001

De todas las carreras ofertadas en las IES de la ZMG se encontró una distribución de áreas temáticas de estas carreras, y se descubrió que el 23.8% pertenecían al área económico-administrativa, el 23.6% a las ciencias exactas e ingenierías y el 22.7% a

la de ciencias sociales y humanidades. El 29.3% de carreras restantes se ubicaban en artes, arquitectura y diseño (15.5%), salud (8.1%) y ciencias biológicas y agropecuarias (5.7%) (*Jalisco a Futuro*, 1999: 72), véase el cuadro 3.

CUADRO 3.
Porcentajes de Licenciaturas en Jalisco

Licenciatura	Porcentaje
Económico-Administrativas	23.8
Ciencias Exactas e Ingenierías	23.6
Ciencias Sociales y Humanidades	22.7
Otras carreras	29.7
Total	99.8

FUENTE: Jalisco a Futuro, 1999.

El cuadro tres, también muestra que hay más carreras relacionadas con las ciencias económico-administrativas, , que en otras áreas, a pesar de la saturación del mercado laboral en estas disciplinas, fueron las carreras de ciencias exactas e ingenierías las que ocupan un segundo lugar en demanda, aunque tienen un mayor dinamismo en la oferta del mercado laboral en la ZMG. En efecto, de acuerdo con la Secretaria de Promoción Económica de Jalisco (Seproe) y el Sistema Estatal de Información Jalisco (Seijal), de todas las licenciaturas que se ofertan en las IES, las que guardan una mayor relación directa con las actividades productivas del estado son precisamente las ciencias químicas y las ingenierías (mecánica, electrónica industrial, informática etc.), les siguen las ciencias de la comunicación, arquitectura, biología, relaciones industriales, administración de empresas, contaduría pública, sicología, trabajo social (Seproe-Seijal 2001).

Entre tanto, en el nivel de educación superior técnico, encontramos instituciones que imparten estudios técnicos, de licenciatura y postgrado, las cuales dependen directamente de la SEP (véase el cuadro 4).

CUADRO 4.
Instituciones que ofrecen la educación tecnológica en la entidad

Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios (CBTIS)
Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios (CETIS)
Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA)
Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Jalisco (CECYTEJ)
Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI)
Centro de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales (CETAC)
Colegio de Bachilleres del Estado de Jalisco (COBAEJ)
Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP)
Centro de Capacitación Técnica Industrial (CECATI)
Escuela Tecnológica de Occidente (ETO)
Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ)

FUENTE: Seijal Documentos Promociónales 2001

De los centros mencionados en el cuadro cinco, tiene especial importancia el Centro de Estudios Tecnológicos, Industriales y de Servicios (CETIS), debido una estrecha vinculación que se ha dado con la industria electrónica. El CETIS lanzó un programa de formación y de estudio en la Unidad de Capacitación Tecnológica Avanzada (UCTA). Esta unidad surgió como iniciativa de algunas de las firmas electrónicas para impartir cursos a trabajadores con equipo y

tecnología de las mismas plantas, así se aseguraba una preparación con el perfil y adiestramiento que requieren las empresas. En el UCTA se imparten cursos rápidos para empleados de las electrónicas. Aunque la función básica del CETIS es la formación de tecnólogos profesionales e ingenieros.

También se cuenta con el Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI) que inició operaciones en 1968 como organismo público descentralizado federal y con únicos domicilios en las ciudades de Guadalajara y Tonala, en Jalisco y otro más en Guanajuato (desde 1992). Tiene como misión principal brindar apoyos a la industria regional a través de la formación de cuadros técnicos en mandos medios, así como la preparación de maestros técnicos de enseñanza. El CETI divide la instrucción en dos niveles: a) medio superior; y b) superior. Además, ofrece una serie de servicios, entre los que destacan: a) fabricación de partes y protoptipos; b) verificación y valuación de partes y componentes y equipos; c) asesorías y capacitación para el personal técnico de empresas; y, d) educación continúa para la formación de profesionales técnicos (Dussel Peters, 1999: 53-54).

Entre los desarrollaos que ha logrado el CETI han destacado la colaboración con Fuji para diseñar y proyectar una línea de Técnica de Montaje Superficial (SMT), también han tenido convenios con otras empresas como Moles, Motorla, IBM, Hewlett Packard y con la Cámara de Nacional de la Industria Electrónica y de Telecomunicaciones (CANIETI)(Ibid.55).

En el nivel investigación y postgrado, y con mayor vinculación con las electrónicas se cuenta con el Centro de Investigación y de Estudios de Avanzados (CINVESTAV). Esta es una institución pública que depende del CINVESTAV-Instituto Politécnico Nacional (IPN), que se instala en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, el 15 de noviembre de 1988, a petición de una transnacional alemana. Este centro se especializó en estudios de ingeniería eléctrica y ciencias de la computación; surgió como una sede de investigación para promover la ciencia y tecnología en la región, igualmente, para impulsar el diseño de diversos

productos. El CINVESTAV, cuenta con un Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), el cual provee directamente de diversos servicios a la industria de las telecomunicaciones. El CTS se fundó en 1988 con financiamiento de la Secretaría de Fomento Industrial (SECOFI) y la IBM (Ibidém). Además, a partir de 1995 inició sus actividades académicas con la oferta de maestrías y doctorados. Luego, en marzo de1999 se aprobó la instalación de la Universidad Tecnológica de Jalisco (UTJ), orientada a la formación de técnicos superiores para el desarrollo industrial (Woo, 2001: 124). La UTJ forma parte del Sistema Nacional de Universidades Tecnológicas que coordina la SEP y se adhiere al nivel, modelo, planes y programas de estudio que apruebe esa autoridad educativa; ofrece las carreras de ectrónica y automatización, están diseñadas las carreras con un claro perfil industrial.

Tanto en el nivel técnico superior, como en el superior, algunas instituciones educativas han alcanzado programas directos de vinculación, formales e informales, con las empresas, vease tabla I.

Como se muestra hay una amplia oferta educativa, que ha permitido el desarrollo de un mercado laboral calificado orientado a la actividad de la electrónica. Sin embargo, con la localización de las CEM´s y las ROEM´s las vacantes no fueron suficientes, por lo que las electrónicas y las IES establecieron algunas redes de vinculación formales así como informales, para responder a la actividad más eficientemente, como se muestra en el siguiente apartado.

2. Las universidades y su vinculación

Las universidades han logrado una articulación estratégica en la industria, factor que permite el desarrollo de la electrónica, en la ZMG. No obstante hay que reconocer que se trata de un mercado de trabajo segmentado, pues mientras que unos estudian en instituciones de educación superior, para ocupar puestos de calificación, un grupo importante de empleados se concentra en ocupar sitios de poca calificación con estudios básicos. Pues de acuerdo con el Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesio-

TABLA I.
Vinculación entre empresas y escuelas en la ZMG

Empresa/Escuela	CECATI	CETIS	ITESO	UdeG	CINESTAV	UAG	UNIVA	ISTESM	UTJ
Solectron		X	X		X			X	
SCI Systems		X		X	X				
Jabil Circuit		X		X					
Flextronics		X						X	
Hewlett Packard	X	X			X				
IBM	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Siemens					X				
Kodak		X					X		
Lucent		X	X	X			X		
Technologías									
JPM Pantera	X	X		X					
Molex								X	
Saturn				X					

FUENTE: Elaboración propia en base a los datos e idea de Angelina Hernández octubre 2000.

nal en Jalisco (SIODET), aproximadamente el 66% de los trabajadores cuentan con educación primaria y secundaria.

Por otro lado, las universidades, tienen como actividades sustantivas: la docencia, la investigación, la difusión, la extensión y la vinculación. Sin embargo, ésta última ha cambiado durante la última década, en la importancia de la vinculación, pues esta ha ido en aumento, ya que anteriormente se mostraban poca interacción con las empresas, actualmente existe una tendencia a descentralizar de las actividades de vinculación y las IES han tratado de impulsar un mayor número de programas de articulación. Igualmente, se intensificaron los mecanismos de vinculación entre el Estado, la iniciativa privada y las IES.

La formas de vinculación se dan a través de redes formales variadas, que van desde la contratación de egresados en la planta, hasta las que requieren de un mayor grado de cooperación empresa-IES como la capacitación en instalaciones escolares, bolsas de trabajo en las universidades, cursos con currícula exclusiva para alguna empresa, asesorías o estancias para estudiantes de postgrado con becas compartidas escuela-empresa, etc. Al respecto, de acuerdo a una encuesta realizada en el país en 1996 Casalet y Casas (1997) mencionan que el mayor número de académicos que participan en proyectos de vinculación formal pertenecen a las carreras de ingenierías y tecnologías, campo en el cual existe una tendencia a incrementar la participación de académicos. Así, se manifiesta que las características de los académicos que colaboran en proyectos de articulación con las empresas guardan una relación estrecha con las áreas del conocimiento a las que pertenecen, y que los universitarios de las áreas de ingenierías y las tecnologías son los que reciben mayores demandas por parte de las empresas; estas peticiones aparecen desagregadas en una gran diversidad de actividades, que van desde los servicios y las consultorías hasta el desarrollo de investigación y tecnología (Casalet y Casas, 1997: *http://www.anuies.mx/.*)

También existe una articulación informal, en donde por lo general, los profesores de las IES trabajan en las electrónicas, estos invitan a labo-

rar a sus estudiantes a las empresas, así conforman proyectos, grupos y equipos de trabajo a través de relaciones individuales.

En la ZMG la vinculación con la industria de la electrónica, ha estado en plena expansión, donde destacan las empresas extranjeras instaladas. La relación que han tenido los estudiantes de las universidades locales en las últimas etapas de las OEM´s y las ROEM´s se presenta una red de beneficio mutuo entre empleadores y egresados de las carreras de ingeniarías. A lo anterior también le han venido prestando mayor importancia tanto el Estado, como la iniciativa privada, y las IES, a raíz de ello se comenzaron ha desarrollar mecanismos de vinculación entre estos actores como una vía de solución a la problemática del desempleo local.

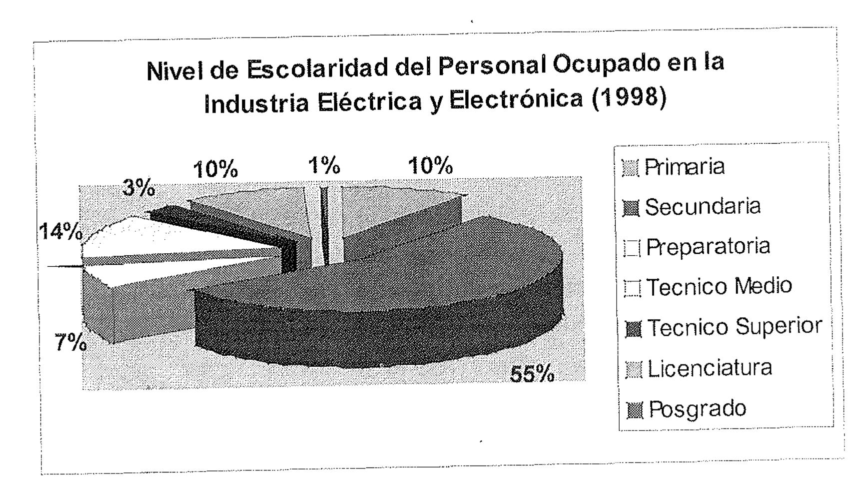
Por otro lado, se ha dicho que ahora la ZMG ha conformado un cluster de la electrónica, con el cual, se requiere de un sistema productivo vinculado con el sector educativo y eso es lo que precisamente las Universidades y el Gobierno del Estado han estado intentando hacer en los últimos años. Ciertamente, se ha dado una relación de convergencia entre las empresas de la electrónica y la oferta de empleados no manuales egresados de las Universidades locales. Es importante apuntar, que durante la primeras etapas de la electrónica se cubrieron cabalmente las expectativas de las empresas, sin embargo durante las etapas más álgidas del "boom" la oferta de personal calificado llegó a ser insuficiente, comenzó a darse un fenómeno de demanda trabajadores calificados y no calificados, con lo que se dieron fenómenos como el "pirataje" de personal entre las empresas. Antes de esta situación la demanda de personal se satisfacía cabalmente, por que se contaba con una infraestructura educativa adecuada que pudo cubrir los requerimientos de recursos humanos calificados generados por las nuevas inversiones, pero en los últimos años el panorama se revirtió, por lo que cada vez se hace más necesario una mejor planeación y vinculación con la industria a un nivel institucional, en el cual, se de una interacción mayor entre las IES, el Estado y la Iniciativa Privada.

Por ejemplo, la contratación de trabajadores calificados de la electrónica, de acuerdo con el SIODET, que fueron en 1998 en un 70

por ciento profesionistas de las carreras de ingenieros industriales y en sistemas electrónicos. Mientras que en 1999 la industria electrónica demandaba a 81.9 por ciento de ingenieros. Entre tanto la demanda de técnicos fue tan sólo del 2.7 por ciento, que de acuerdo a las IES de la ZMG no estaban preparadas para solventar. Así, las licenciaturas con mayor dinamismo en el mercado de trabajo local, se convirtieron las ingenierías relacionadas con la mecánica, la eléctrica y la electrónica, pues representan casi el 11% del total de efectivos contratados con formación profesional (SIODET, 1998:16).

Por otro lado, de acuerdo a la misma fuente (SIODET) el nivel de escolaridad del personal en las empresas electrónicas encontramos en 1998 fue la siguiente: 10.4% corresponde a primaria; el 55.7% a trabajadores con secundaria; el 6.89% con preparatoria; 13.8% son obreros técnicos medios; 2.9% son técnicos superiores; un 9.6% corresponde a trabajadores con licenciatura y .52% tienen algún postgrado (SIODET, 1998:19). Se evidencia una segmentación del mercado, pues por un lado hay una alta presencia de trabajadores con menor calificación y los calificados ocupan un lugar no muy considerable (véase la gráfica 1).

GRÁFICA 1



FUENTE: SIODET, 1998.

La segmentación del mercado de trabajo es muy diferenciada, pues es bajo el porcentaje del personal calificado, como se mostró en la gráfica 1, pero a la vez se contrata trabajadores con poca o baja calificación. Por otro lado, en un estudio que se realizó en una maquiladora electrónica, se encontró que en el personal calificado, los puestos de supervisión y gerencia eran captados por los egresados de la Universidad Pública, con un 60%, mientras los jefes de área y dirección sólo el 40% eran de la UdeG, más sin embargo, en el Staff de dirección o presidencia de la empresa no existía ningún egresado de la UdeG y sí de las Universidades Privadas de la ZMG. Lo interesante del dato es que si se contrata a los egresados de la UdeG (aunque no en los puestos clave) se exponen algunas redes de vinculación, lo que en seguida tratamos de dar a conocer.[4]

3. Las redes de vinculación de la UdeG con la industria electrónica

A pesar del auge de las IES privadas, la mayor proporción de estudiantes inscritos se encuentran todavía en la UdeG, ya que de acuerdo a la matricula registrada en el Estado de Jalisco en 1999 fue de 102,562 alumnos, de los cuales 50.2% cursaba la licenciatura en una de las instituciones públicas, el 29.77% estaba inscrito en una universidad privada, mientras que el 19.9% correspondía otras instituciones (*Anuario Estadístico,* 2000, véase el cuadro 5).

4. Esta información se obtuvo en una de las entrevistas realizadas en nuestra investigación.

CUADRO 5

Proporción de estudiantes inscritos en Jalisco

UdeG	**50.2%**
Universidades	
Privadas	**29.7%**
Otras	**19.9 %**
Total	**99.8%**

FUENTE: Anuario Estadístico, INEGI 2000.

Encontramos que la matrícula sigue concentrada en la UdeG, a pesar del notorio crecimiento de inscripción en las universidades privadas. En efecto, ahora se transita a un sistema de instituciones de diferentes tamaños, orientaciones, estructuras académico-administrativas, etc., que compiten por el registro en la demanda educativa y orientan la oferta a ciertas áreas.

La UdeG pasó por un proceso histórico particular, definido por una limitada vinculación con el sector industrial de la entidad. Ahora, con el modelo de modernización en México, busca convertirse en un instrumento conformador de perfiles competitivos en todos los ámbitos, se piensa en un modelo educativo que privilegie menos a la masificación y que considere más la calidad y la productividad. Por lo que ha realizado fuertes inversiones en infraestructura educativa, acordes con las necesidades de la globalización.

Esta institución ha sido un actor muy importante en la capacitación para el trabajo, al actuar como preparador y gestor de los perfiles que el mercado laboral demanda en los sectores productivos y de servicios. Una las preocupaciones de la UdeG se encuentra, en la necesidad de dar cobertura al dinamismo del desarrollo tecnológico en el campo laboral. Por lo que se ha visto obligada a tener que actualizar sus aprendizajes con rapidez para no quedar fuera del mercado laboral. Por ejemplo, ha tenido que

modificar la rigidez curricular en cada carrera e impulsar un modelo de flexibilidad, con oportunidad y dinamismo a las expectativas profesionales de los estudiantes y de la sociedad (Plan Institucional de Desarrollo Visión 1998-2010).

En concordancia del período del *"boom"* de la industria electrónica y de la globalización, la UdeG, intenta mejorar la vinculación formal con el sector industrial electrónico, por lo que abrió dos nuevas carreras de ingeniería: la de informática y la de computación, en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI). De acuerdo a la demanda del mercado laboral de la industria electrónica la UdeG, buscó responder, de alguna manera, en la formación de alumnos para su fácil incorporación al sector productivo. Como se sabe el oficio de la electrónica tiene una serie de familias tecnológicas importantes. Una es la del uso de tecnología por inyección de plástico, que requiere de un determinado manejo de programas de mantenimiento. Otra, son las tecnologías relacionadas con la fabricación de piezas y fixturas, que se asocian con las especialidades de las maquinas-herramientas. Por último, hay una serie de procesos basados en conocimientos electromecánicos. Por ello, son importantes las especialidades en electrónica, electromecánica, técnico en mantenimiento, diseño de software en las especialidades puramente industriales (Hualde, 2001). Además de éstas especialidades que responden a las necesidades especificas del mercado de la electrónica, en el CUCEI, se ha ofertado la especialidad en inyección de plásticos en conjunto con la empresa "Grupo Plásticos Guadalajara".

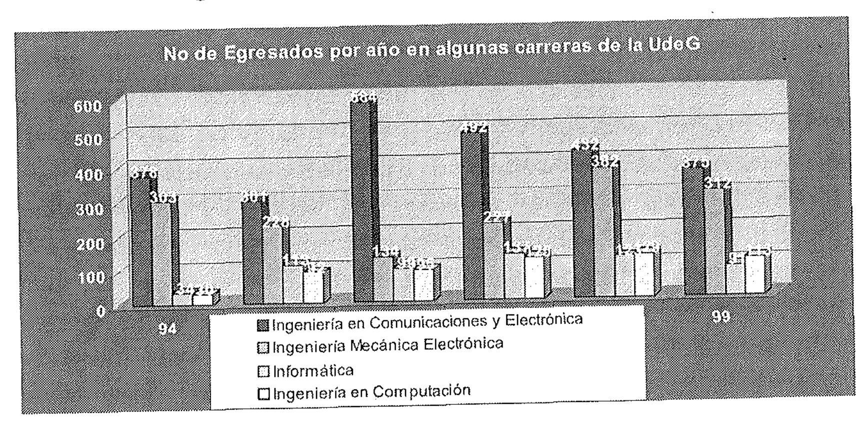
Efectivamente, por la tradición que ha representado la UdeG en la región, ésta ha logrado articularse con personal especializado en las empresas de la electrónica, como lo muestran Barba y Pozos (2001), quienes estudian a los empleados no manuales de una maquiladora electrónica, cuyos trabajadores la mayoría obtuvo su formación académica en la UdeG o en otra institución de educación superior en la ZMG; en un censo que realizaron dentro de la firma se evidenció lo relevante que han sido las carreras que ofrece la UdeG (Barba y Pozos, 2001: 215, 209)

Sin duda, las carreras y las especialidades creadas en los años noventa por el CUCEI en la UdeG tienen afinidad a la especialización industrial encontrada en algunas maquiladoras electrónicas. Dicho aprendizaje se da por un efecto de proximidad mediante la construcción de convenciones de comportamiento, es decir, mediante formas de coordinación de actores colectivos. Aunque se ha escrito que la proximidad geográfica favorece la relación de organizaciones cuyas finalidades, espacios de referencia y temporalidades estratégicas son diferentes; además acelera la difusión de los conocimientos entre los protagonistas del territorio.

Así, el número de egresados en las carreras vinculadas a la electrónica ha ido creciendo de manera notable en los últimos años, por las oportunidades que brinda su articulación con el mercado de trabajo (Véase grafica 2).

GRÁFICA 2

Número de egresados por las carreras de ingeniería en la UdeG



FUENTE: Coordación Escolar. CUCEI.

En el 1996 hubo un número considerable de egresados en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones Electrónica, lo que re-

basó los 500 en un solo año, luego los años siguientes se mantuvo entre los 490y los 370. Es interesante, que en la UdeG resalta la carrera de Ingeniería en Mecánica Electrónica, como una de las más fuertes después de Comunicaciones y Electrónica.

El CUCEI cuenta con políticas de vinculación como las que maneja particularmente la División de Electrónica y Computación. Esta División, se encarga de la articulación formal que se da en el sector productivo como el proporcionar egresados con determinadas capacidades laborales. Por ejemplo, cuentan con un evento anual que busca vincular a los alumnos con el entorno productivo, esto es la "EXPODEC", en donde cada semestre (en los meses de Marzo y Septiembre) en las instalaciones del CUCEI los alumnos de las áreas de la electrónica y la computación exponen sus diseños. En dicha muestra se presentan las soluciones que pasantes y estudiantes de los últimos ciclos de las carreras de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, Ingeniería en Computación y Licenciatura en Informática exhiben problemas cotidianos, se manifiesta su capacidad de conocimientos e innovación. En la EXPODEC, asisten las principales empresas del ramo tecnológico. Los ganadores de esta exposición, luego se presentan en un evento mayor denominado "Universitrónica", que surge desde 1997, con el fin de vincular al sector educativo con la industria mediante conferencias, concurso de proyectos de computación y electrónica con todas las IES de la ZMG. Esta actividad se desarrolla en el marco de Mextronica en la Expo-Guadalajara, el cual reúne en la ciudad, a la mayoría de las empresas de la electrónica del país y algunas del extranjero. Aquí se dan cita los estudiantes de las distintas universidades de la ZMG, vinculados con las carreras de ingenierías y con las empresas electrónicas, para exponer sus proyectos y establecer redes informales de vinculación.

Además, la UdeG tiene el proyecto de formalizar aún más la articulación con las empresas, como la creación de nuevas licenciaturas y nuevas iniciativas en pos de lograr alternativas de vinculación con carácter más formal e institucional. Tal es el caso de establecer "Estancias Profesionales" en las plantas electrónicas, esto en las nuevas carreras de nivel "Técnico Universitario" que se ofertan en distintas disciplinas relacionadas con la electrónica. Dichas estancias se darían ya como parte de la carga curricular en los planes de estudio de estas carreras.

Pero quizás las redes de vinculación más importantes son las informales tales como los lazos familiares, los amigos, los compañeros de clase y por recomendación de los profesores. Como bien señalan Casalet y Casas, los estudiantes son el elemento, inmediato, más importante para el sector productivo en su vinculación con la universidad. Por lo que para lograr una mejor articulación se debería prestar mayor atención al servicio social y las estadías técnicas que representan una importante forma de aprendizaje, para proporcionar la adaptación necesaria al estudiante y acostumbrarlo a un ambiente cultural con el cual no esta familiarizado. Además, el interés de las empresas en estas actividades tendría como objetivo el seleccionar potenciales empleados, en base a las habilidades observadas en los desempeños de los estudiantes del servicio social o estadías técnicas (Casalet y Casas, 1997: http://www.anuies.mx/.).

Con todo, lo anterior en la UdeG se observa una renovación institucional de los organismos públicos de fomento industrial. La formulación de diagnósticos de una perspectiva regional es un síntoma que toma de conciencia por parte de los actores locales de que pueden intervenir de forma más activa en la orientación del desarrollo industrial.

La UdeG busca contribuir al mejoramiento de la capacidad productiva de las empresas, mediante la presentación de servicios de asesoría, la aplicación de desarrollos tecnológicos alternativos, el servicio social en las empresas y los programas de educación continua y de capacitación profesional. Se pretende fortalecer el vínculo universidad-empresa, para facilitar experiencias y movilidad de recursos humanos; impulsar estudios para el diseño de políticas y el mejoramiento de la competitividad; fomentar investigación en el ámbito del desarrollo tecnológico y la administración de empresas; convertir la práctica

profesional en instrumento de aprendizaje para los estudiantes, y de apoyo para el mejoramiento productivo de la pequeña y la mediana empresa; operar programas de prestación de servicios de asesoría y consultoría, e involucrar al sector empresarial en la evaluación de egresados y en la definición de perfiles profesionales (Plan Institucional de Desarrollo de la UdeG).

Al parecer la UdeG, o al menos no conocemos, un acuerdo explicito de relación de vinculación directa con las empresas de la electrónica en la ZMG, tampoco existe, en general, un seguimiento de los egresados de las diferentes carreras. Aunque con algunas excepciones como el análisis realizado a los egresados en la carrera de informática y que a continuación se expone.

4. La carrera de informática de la UdeG y su vinculación con las electrónicas

La Licenciatura en Informática fue creada en la Universidad de Guadalajara en el año de 1991. Nace con la orientación para la formación de profesionistas la creación y mantenimiento de software de aplicación, así como a la aplicación de sistemas de información requeridos por las distintos tipos de empresas. Como la principal área de desempeño de los egresados, se plantea a las distintas necesidades que sobre el manejo de redes y sistemas de información, presenta el sector productivo, mediante los cuales se guía la operación cotidiana de las empresas y en la interacción con sus diferentes áreas operativas, gerenciales y de dirección. También en el manejo y creación de bases de datos y en la Ingeniería de Software, desarrollar sistemas y encontrar soluciones creativas e innovadoras.

Por tal motivo, se presupone que su desarrollo profesional se daría en la interacción con las áreas operativas, las gerenciales y las de dirección en las diferentes empresas, sin dejar de lado la posibilidad del profesionista independiente que bien puede ofrecer sus servicios a las compañías o desarrollar software especializado.

Los principales campos ocupacionales de los egresados serían el análisis de Sistemas y la creación de Sistemas de Información. Lo anterior de desprende de su perfil, ya que contaría entre otras con las siguientes características: Capacidad en el uso de técnicas experimentales, analíticas y heurísticas para la solución de problemas. Conocimiento en hardware, software y aplicaciones; así como en técnicas básicas que representan el proceso computacional en todas sus áreas de aplicación. Capacidad de desarrollar sistemas y encontrar soluciones creativas e innovadoras para las necesidades que existan en sus lugares de trabajo. Capacidad para diseñar, desarrollar e implementar, mediante el uso de la computadora, sistemas para administrar información útil para la toma de decisiones. Diseñar y construir manejadores de bases de datos. Definir, diseñar y elaborar paquetes específicos y desarrollar las metodologías y facilidades necesarias. Analizar de manera interdisciplinaria y sistematizar información con fines organizacionales. Tener una visión amplia y coherente del panorama de necesidad y aplicaciones informáticas. Capacidad para evaluar, seleccionar e implantar sistemas computacionales (medianos y grandes) propios para la industria, la empresa, la banca, el gobierno e instituciones de servicio.

Como se puede observar, la Licenciatura en Informática viene a ser una carrera que responde a la evolución de la sociedad, en lo referente al desarrollo de nuevos sistemas tecnológicos que afectan la cotidianeidad de los sujetos y de las organizaciones. Se sabía de la demanda del mercado de la computación en Jalisco como uno de los de mayor expansión para el campo de la computación, nos señalan la vigorosidad y las demandas del correspondiente mercado de trabajo. La estabilidad política, el equilibrio social y un crecimiento económico sostenido no son más que la otra cara de un sistema educativo confiable e íntegro.

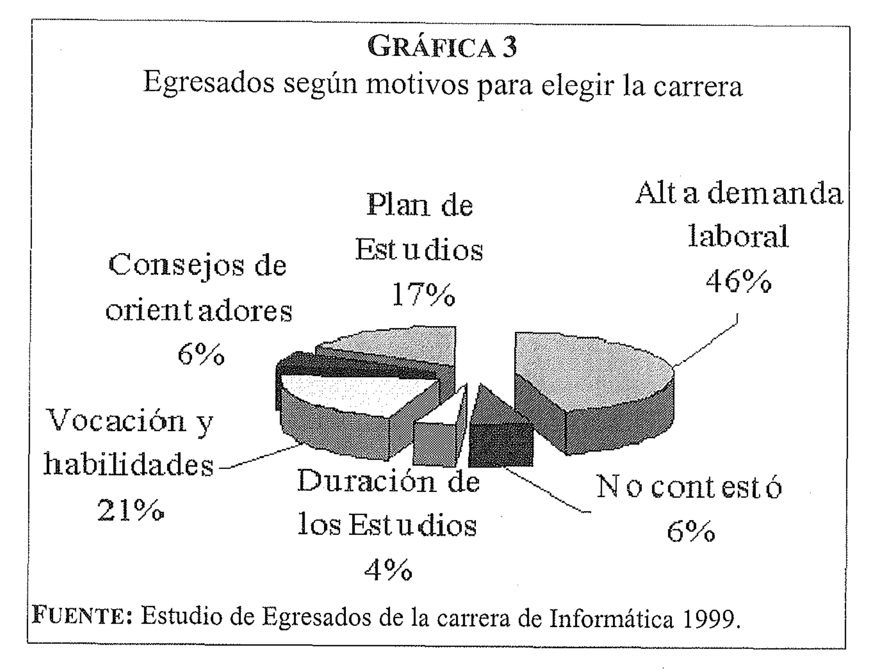
Aunado a los procesos de industrialización de la electrónica en Jalisco, se experimentaron cambios importantes desde la década del noventa, especialmente en lo que se refiere al educar a ingenieros egresados en la carrera de informática.

Sin embargo, estas percepciones de tipo general, que testimonian de entrada una distancia, deben ser sometidas a prueba de contextos específicos. En algunos centros privados de educación superior destacan las limitaciones de la maquiladora y niegan que la preparación de sus estudiantes esté orientada hacia el empleo en el sector, la actitud predominante es pragmática; actores e instituciones tratan de aprovechar los posibles beneficios que este tipo de inversión trae a los municipios donde viven y trabajan.

En un estudio realizado por Morales, Solórzano y Salgado (1999), ellos dan cuenta de las características generales de los egresados de la carrera informática, en donde salta a la vista que los alumnos egresados eligieron la carrera por una alta demanda laboral (véase el gráfico 3).

GRÁFICA 3

Egresados según motivos para elegir la carrera



FUENTE: Estudio de Egresados de la carrera de Informática 1999.

La forma que obtuvieron un empleo tanto hombres como mujeres, fue básicamente por la recomendación de algunos de sus profesores, en segundo lugar por anuncio en el periódico. Pocos fueron contratados por una relación directa por la empresa. Es claro que la

mayoría de los egresados de la carrera de informática, tanto de hombres como de mujeres se dedica a ser empleado para una empresa (véase tabla II). Aunque el estudio, antes mencionado, no especifica ni desagrega para que sector o rama productiva se trabaja. Lo que sí se especifica que la mayoría trabaja en el área privada (véase tabla III), principalmente en las electrónicas.

TABLA II

Egresados según género y posición en el empleo posterior al egreso (porcentajes)

Posición	Hombres	Mujeres
Propietario	0.0	2.13
Trabajador independiente	0.0	2.13
Empleado	36.17	44.68
No contestó	2.13	12.77

FUENTE: Estudio de Egresados de la carrera de Informática 1999.

Lo que es claro, que a pesar que la UdeG, no cobras cuota y es una institución que subsidia la educación, muchos de los egresados tuvieron que trabajar mientras estudiaban para costear sus estudios.

TABLA III

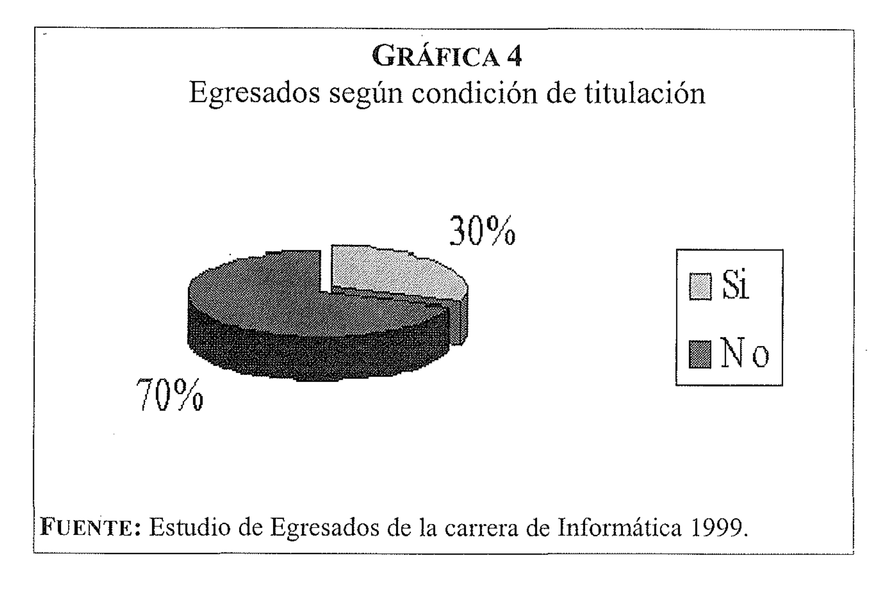
Egresados según género y sector del empleo en el egreso (porcentajes)

Sector	Hombres	Mujeres
Público	10.64	14.89
Privado	27.66	34.04
No contestó	2.13	10.64

FUENTE: Estudio de Egresados de la carrera de Informática 1999.

Por último queremos señalar, que los egresados de la carrera de informática tienen un bajo nivel de titulación, pues de acuerdo a los datos encontrados, sólo el 30% obtuvo el grado, la baja eficiencia terminalo parece ser generalizado tanto en las Universidades Públicas como en las Privadas. De acuerdo a entrevistas elaboradas en algunas de las empresas, señalaban que no es un requisito indispensable que el egresado cuente con un titulo, esto explica, el bajo porcentaje de titulación, pues éste, no es un obstáculo para incorporarse al mercado laboral. Véase grafica 4

GRÁFICA 4
Egresados según condición de titulación



FUENTE: Estudio de Egresados de la carrera de Informática 1999.

5. Conclusiones

Al analizar las redes de vinculación, entre la educación superior y el mercado de trabajo de las empresas electrónicas en la Zona Metropolitana de Guadalajara, nos encontramos con un mercado segmentado, en el cual se requiere por un lado de obreros para las tareas manuales, con una baja calificación educativa, mientras que por el otro, para las tareas no manuales, se requiere de profesionistas y técnicos superiores egresados de la IES locales, grupo en cual centramos este estudio.

La industria electrónica en Jalisco se instaló en una ciudad con una tradición productiva y con una política industrial ya definida. El origen de la maquiladora electrónica en Jalisco, se relaciona con el interés de fomentar las inversiones extranjeras y hacer un mayor número de negocios con empresas transnacionales. Esta industria aprovechó la infraestructura académica existente en la ZMG la cual se compone tanto de IES públicas y privadas así como de diversas instituciones tecnológicas y centros educativos. Dicha infraestructura ha generado una fuerza de trabajo capacitada a nivel superior que ha venido a responder la demanda de personal calificado para la electrónica

La Universidad de Guadalajara, como una de las instituciones educativas más importantes en la región, ha jugado un papel importante en la oferta de personal calificado para las empresas electrónicas, sobre todo con las carreras de ingeniería que se imparten en el CUCEI. La alta demanda de trabajo en las empresas de la electrónica en Jalisco ha creado una solicitud de egresados de la UdeG. Las formas de vinculación que ha desarrollado la universidad ha sido a través de redes formales e informales, predominan éstas ultimas, en donde han participado tanto los intereses de las empresas electrónicas, como los beneficios de los profesores y estudiantes de las carreras de la UdeG.

Así, la vinculación de los estudiantes con la industria electrónica se da en una red de beneficio mutuo entre empleadores y egresados de las carreras, en especial de ingeniarías,

sin embargo, las redes informales se han visto rebasadas y ahora resultan insuficientes para establecer una relación más efectiva con la industria electrónica. Por lo tanto, las electrónicas y las IES han comenzado ha desarrollar mecanismos de vinculación formales como una vía de solución a la problemática de los recurso humanos.

Ciertamente, durante la primeras etapas de la electrónica se dio una relación de convergencia entre las empresas de la electrónica y la oferta de empleados no manuales egresados de las Universidades locales, no obstante, las fallas de vinculación en-

tre la oferta de personal capacitado y la demanda por parte de los empleadores de la electrónica que se evidenció durante el periodo denominado como "boom" (1995) durante el cual la oferta de personal calificado llegó a ser insuficiente. Hasta antes de esta situación se contaba con una infraestructura educativa adecuada que pudo cubrir los requerimientos de recursos humanos calificados generados por las nuevas inversiones, pese a que en algunos momentos esta situación se revirtió, por lo que se evidenció la necesidad de crear una rede de vinculación mas efectiva entre la Universidad y el entorno productivo, la cual es importante que sea aterrizada con acuerdos interinstitucionales.

Así, se presentan como una necesidad imprescindible generar una mejora entre planeación y vinculación con la industria a un nivel institucional, en el cual, se de una interacción mayor entre las IES, el Estado y la Iniciativa Privada, para tratar de generar soluciones conjuntas.

Finalmente, como se mostró, la Licenciatura en Informática fue una carrera creada para responder a las necesidades de la demanda del mercado de la computación en Jalisco, como uno de los de mayor expansión para el campo de la electrónica, por lo que se experimentaron modificaciones, especialmente referentes en educar a ingenieros en la carrera de informática, para responder a la demanda del sector productivo en la ZMG.

Bibliografía

Arias, S. Becerra, A. Macías, V. Et, al. (2000). Oferta y Demanda Educativas en el Estado de Jalisco Niveles medio superior y superior. Universidad de Guadalajara.

Barba Solano, Carlos y Pozos Ponce, Fernando. (2001)."*El mercado de trabajo de los trabajadores no manuales de la industria electrónica de la zona metropolitana de Guadalajara: un estudio de caso.*" En Revista Espiral, Vol.VII.No.22. Sept.- Dic. 2001. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Casalet, M. (2000). "Redes empresariales y la construcción del entorno: nuevas instituciones e identidades". En. De la Garza Toledo, E. Coord. FCE. México, D.F.

Casalet, Mónica y Rosalba, Casas. (1997). Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad-Empresa. Series Investigación. Conacyt-Anuies, versión electrónica en http://www.anuies.mx/

Certidumbre y Esperanza, Plan Institucional de Desarrollo 1995-2001. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Chavoya, Ma. Luisa, Reynaga, Sonia, Hernández, Lorena. (1997). Perfil educativo en Jalisco. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Dussel Peters, E. (1999). La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México), en la década de los noventa. Santigo de Chile, CEPAL-Eclac.

Hernández Pérez, Angelina. (2000) "Clusters de alta tecnología e instituciones locales en México. La industria electrónica en la zona metropolitana de Guadalajara." Tesis para obtener el grado de maestría en desarrollo regional, Colegio de la Frontera Norte. San Antonio del Mar, B.C. México.

Hualde, A. (2001). Aprendizaje Industrial en la Frontera Norte de México. El Colegio de la Frontera Norte- Plaza y Valdés, México, D.F.

Jalisco a Futuro, construyendo el porvenir 199-2025. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Morales, J.J., Solórzano, E. y Salgado, H. (1999). Estudio de egresados de la licenciatura de Informática de la Universidad de Guadalajara. Colección DOCUMENTOS-UdeG, Guadalajara, México.

Muñoz Izquierdo, Carlos (1992) "Relaciones entre la educación superior y el sistema productivo". En La educación superior y su relación con el sector productivo. Coord. Arredon Galvan, Victor.

Palacios, J. J. (2001). *Production networks and industrial clustering in developing regions.* Guadalajara, Jal., Universidad de Guadalajara

Plan Institucional de Desarrollo 1998-2010 Visión 2010. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Sistema de Información sobre la Oferta y la Demanda de Trabajo Técnico-Profesional en Jalisco. 1998-1999-2000. Gobierno del Estado

de Jalisco Sistema Estatal de Información Jalisco y la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. www.cucei.udg.mx/

Woo, G. (2001). "Hacia la integración de pequeñas empresas en la industria electrónica de Jalisco: dos casos de estudio", En Claroscuros integración exitosa de las pequeñas y medians empresas en México. Coord. Enrique Dussel Peters. México, D.F. Cepal-Jus.

ANEXO 1
Oferta de Ingenierías relacionadas con la Industria Electrónica en las Universidades de la ZMG y No de Alumnos.

Universidad de Guadalajara	No. Alumnos Inscritos 2000
Ing. en Comunicaciones y Electrónica	203
Lic. en Informática	210
Ingeniería en Computación	282
Ingeniería en Mecánica Electrónica	600
ITESM	
Sistemas Computacionales	171
Sistemas Electrónicos	179
Industrial y de Sistemas	522
Electrónica y Comunicaciones	70
Tronco Común	17
ITESO	
Informática Administrativa	281
Ingeniería Electrónica	270
Ingeniería Industrial	408
Ingeniería en Sistemas Computacionales	332
Universidad La Salle Guadalajara	
Ing. en Cibernética y Sistemas Computacionales	97
Informática	4
Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)	
Matemáticas Aplicadas y Computación	
Electrónica	47
Electrónica y Comunicaciones	85

Electrónica de Potencia	5
Electrónica e Industrial	10
Computación	51
Sistemas Computacionales	105
Mecánica Electricista	58
Informática Administrativa	1
Teleinformática	41
Informática Industrial	5
Informática Financiera	25
Universidad del Valle de Atemajac (UNIVA)	
Ingeniería en Computación	52
Ingeniería Electrónica	55
Sistemas Computacionales	76
Informática Administrativa	22
Universidad Panamericana	
Ingeniería Electromecánica	121
TOTAL	**4,183**
Fuente: Seijal-UdeG	

Sobre los autores

Michael H. Best. Investigador Asociado al *Center for Industrial Competitiveness*, *University of Massachusetts Lowell* y miembro asociado del *Center for International Business and Management, Judge Institute, Cambridge University*. Es visitante en la *Said School of Business, Oxford University*, durante 2002-2003. Publicaciones recientes incluyen The New Competitive Advantage: The Renewal of American Industry, Oxford University Press, 2001; Transition in Malaysian Electronics (una monografía en coautoría con Rajah Rasiah) United Nations Industrial Development Organization, 2002; The Capabilities Perspective: Advancing Industrial Competitiveness in Northern Ireland, Nothern Ireland Economic Council, 2001.

Jorge Carrillo. Director del Departamento.de Estudios Sociales en El Colegio de la Frontera Norte. Miembro del SNI y de la Academica Mexicana de Ciencias. Dr. en sociología y sus temas de especialización son: competitividad de las empresas, tecnología, mercados de trabajo, agrupamientos industriales e integración productiva. Particular interés en maquiladoras y en el sector automotríz y electrónico. Forma parte de comites internacionales de diversas asocicaciones internacionales y nacionales como ISA, GERPISA, ALAST, AMET, ABS. Así como de los comités editoriales de importantes revistas nacionales e internaciones. Es autor de varios libros, entre los que sobresalen: Empresario y redes Locales (2001); Aglomeraciones Locales o Clusters Globales (2000), Competitividad y Mercado de Trabajo en México (1999); Rotación de personal en las maquiladoras de exportación, 1993 (2001 2a. ed); Condiciones de empleo y capacitación en las maquiladoras de exportación en México, 1993 (2001 2a. ed.); La Nueva Era de la industria Automotríz, 1990; Mujeres Fronterizas en la Industria Maquiladora, 1985.

Oscar F. Contreras. Profesor-investigador en El Colegio de Sonora y profesor visitante en el Departamento de Sociología de la Universidad de Warwick, Reino Unido. Es autor o editor de seis libros y autor o coautor de más de 50 artículos. Sus libros más recientes incluyen: Empresas globales, actores locales. Producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras, El Colegio de México, 2000; Internet y desarrollo regional (con Lucía Castro), El Colegio de Sonora, 2001, y Hecho en Norteamérica. Cinco estudios sobre la integración industrial de México en América del Norte (con Jorge Carrillo), Cal y Arena, 2003.

James Curry. Obtuvo su doctorado en Sociología del Desarrollo en *Cornell University* en enero de 1994. Es Profesor-Investigador en el Departamento de Estudios Sociales del Colegio de la Frontera Norte en Tijuana, Baja California, México. Ha escrito extensamente sobre la industria de alta tecnología, la globalización industrial y las implicaciones del internet para los negocios *(internet for business)*. Sus publicaciones recientes han aparecido en la *California Management Review, Innovation and Industry, and Antipodes*. Actualmente está involucrado en proyectos de investigación sobre la industria de la computadora personal en Norte América y México y comercio electrónico en los Estados Unidos y Latinoamérica.

Enrique Dussel Peters realizó sus estudios de Licenciatura y Maestría en la Facultad de Ciencias Políticas (Universidad Libre de Berlín, 1989) y Doctor en Economía (Universidad de Notre Dame, 1996). Desde 1993 trabaja como Profesor Tiempo Completo en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM. Miembro de Sistema Nacional de Investigadores (SNI), nivel 2. Sus publicaciones incluyen: *(2000) Polarizing Mexico. The Impact of Liberalization Strategy*. Lynne Rienner Publishers, Boulder/Londres; 2001. Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México. CEPAL/CANACINTRA/Edit. JUS; 2003 *Territorio y Competitividad en la Agroindistria en México. Condiciones y propuestas de política para los clusters del limón mexicano en Colima y la piña en Veracruz*. CEPAL/Secretaría de Economía/Universidad de Colima/Municipio de Isla y Plaza y Valdés, México. http://www.dusselpeters.com

Dieter Ernst. *Senior fellow* y *theme leader* para estudios económicos en el *East-West Center*. Es también un profesor investigador en el *Center of Technology and Innovation (TIK) en la University of Oslo*.

Presta sus servicios en el *Committee on Information Technology end International Cooperation (ITIC)* del *U.S. Social Science Reseach Council*. El Dr. Ernst ha publicado numerosos libros y artículos en los principales *journals* de la tecnología de la información, globalización y crecimiento económico. Libros recientes incluyen *International Production Networks in Asia. Rivalry or Riches?*, Routledge, London, 2000, *Technological Capabilities and Export Success - Lessons from East Asia*, Routledge Press, London, 1998; Capítulos de libros recientes incluyen "Global Production Networks and Industrial Upgrading -Malaysia's Electronics Industry", en: J. Kidd y F.J. Richter, eds., *Trust and Anti-Trust in Cross-Cultural Alliances*, published for the *World Economic Forum*, Palgrave, London, 2003.

Martin Kenney es profesor en el Departamento de Desarrollo Humano y Comunitario de la Universidad de California, Davis y Director de Proyectos en el Berkeley Roundtable on the International Economy. Su investigación reciente se ha concentrado en la historia y globalización de la industria de capital de riesgo y la evolución del Silicon Valley. Autor de más de 100 artículos y capítulos de libros. Es el autor o editor de 5 libros. Los más recientes son:: Understanding Silicon Valley (Stanford 2000) y, a publicarse, Locating Global Advantage (Stanford 2003).

Guillermo Labarca Goetz. Doctor en Desarrollo Económico en la Universidad de París. Actualmente experto senior en Recursos Humanos y Capacitación de la CEPAL en los últimos cinco años ha estado dirigiendo un proyecto sobre Formación y Empresa en ocho países de América Latina y el Caribe. Ha sido profesor titular de la Universidad de Ámsterdam y de la Universidad de Chile, profesor visitante en el Centro Brasileño de Planificación (CEBRAP) y en el Centro de Investigaciones y Desarrollo Educativo (CIDE). Ha publicado siete libros sobre Economía y Educación y una gran cantidad de artículos en revistas científicas y de divulgación.

Adrián de León Arias. Profesor Investigador de la Universidad de Guadalajara. Doctorado en economía por la Universidad de Notre Dame (EE.UU.). Especialista en economía internacional y crecimiento económico regional, en particular del Occidente de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Boy Lüthje. Nació en 1959, *Privatdozent* del *Deptartamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Frankfurt*. Áreas de investigación:

economía política de la producción y la innovación, división interacional del trabajo, relaciones industriales (con concentración en Estados Unidos y Alemania). Investigador en *IfS-projects* "Transnational Contract Manufacturing in the IT-industry" y "New Models of Production and International Division of Labor in the Electronics Industry". *Labor educator* para sindicatos de Alemania en la industria de la información y la comunicación.

Pedro Moreno Badajós. Nacido en la ciudad de Guadalajara, egresado de la Lic. en Sociología con terminal en estudios urbano-industrial en el 2001 por la Universidad de Guadalajara. Asistente de investigación de la Dra. Raquel Partida Rocha en el desarrollo del proyecto "los retos del crecimiento en la industria electrónica", Actualmente Jefe de la Unidad de Bibliotecas del Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara.

Juan José Palacios Lara. Profesor y Tutor de Desarrollo Regional en el Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad de Guadalajara. Ha sido profesor visitante en El Colegio de la Frontera Norte, El Colegio de Jalisco, y la Universidad de Washington en Seattle, EUA. Tiene Doctorado en Planificación Regional por la Universidad de Cornell y Maestría en Economía por la Universidad de Colorado en Boulder, ambas en EUA. Es Investigador Nacional Nivel II en el Sistema Nacional de Investigadores y Árbitro Externo de Proyectos de Investigación y de Postgrados de Excelencia del CONACYT. Actualmente es Rector del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara.

Raquel Edith Partida Rocha. Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara/CIESAS Occidente. Profesora en el Doctorado en Ciencias sociales y en el Doctorado en Educación de la Universidad de Guadalajara. Actualmente está adscrita al Departamento de Estudios Sociourbanos del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara y tiene antigüedad de 18 años en dicha institución. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Miembro del Comité Directivo de la Asociación Latinoamericana de Sociología del Trabajo (ALAST), en representación de la delegación mexicana ante América Latina 2000-2003. Miembro de la Asociación Argentina de Especialistas en Estudios del Trabajo (AAEET), 2000. Miembro de Latin American Sociology (LASA), 2001. Miembro de la Asociación Latinoamericana de Sociología (ALAS), 2001.

María Isabel Rivera Vargas realizó estudios de Maestría en la Universidad de Washington y es Doctor en sociología de la educción por la Universidad del Estado de Nueva York (2000). Desde 1992 es profesor investigador de tiempo completo en la División de Estudios de la Cultura de Ciencias Sociales y Humanidades y en el 2001 se incorporó al Doctorado de Estudios Económicos y de Negocios del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Entre sus publicaciones se encuentra un libro publicado por la editorial inglesa Routledge-Farland en 2002. Technology Transfer Via University-Industry Relationship: The case of the foreign high technology electronics industry in Mexico's Silicon Valley. New York & London.

L. Guillermo Woo Gómez. Investigador del ITESO. Asociado fundador del Centro de Articulación para la Integración y Desarrollo, A.C. Ingeniero Civil (1984-1988). Cursó la especialidad en Economía y la maestría en Estudios de Planeación Regional y Urbana en la London School of Economics (1995-97) y el Programa de Estudios Aplicados en Gobiernos Locales y Regionales organizado conjuntamente por el Colegio de Jalisco y el Institut d'Estudis Autonòmics Generalitat de Catalunya (1999-2000). Durante los últimos años ha trabajado en cuestiones de política industrial y desarrollo económico local, planeación y políticas regionales. Su experiencia académica y profesional ha sido documentada en diversos artículos y publicaciones.

La Industria Electrónica en México: Problemática, Perspectivas y Propuestas
se terminó de imprimir en marzo de 2003
en los talleres de Editorial Gráfica Nueva
Pípila 638, tel. 3614 • 5599
Guadalajara, Jalisco.

La edición consta de 1 000 ejemplares.

Guillermo Woo Gómez. Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). Cursó la especialidad en Economía y la Maestría en Planeación Regional y Urbana en la London School of Economics (1995-97), así como el Programa de Estudios Aplicados en Gobiernos Locales y Regionales organizado conjuntamente por el Colegio de Jalisco y el Institut d'Estudis Autonòmics Generalitat de Catalunya (1999-2000). Durante los últimos años ha trabajado en cuestiones de política industrial y desarrollo económico local, planeación y políticas regionales. Su experiencia académica y profesional ha sido documentada en diversos artículos y publicaciones.